COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1881.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN, VICE-PRÉSIDENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Seconde Note sur la formation des queues des comètes;* par M. Faye.

« Comme les grandes comètes n'apparaissent que de loin en loin, les astronomes ne s'en occupent guère que d'une manière intermittente; aussi voit-on, à chaque nouvelle comète, reparaître de vieilles erreurs qu'on croyait oubliées, disparues, et il faut se remettre à l'œuvre pour en débarrasser de nouveau le terrain scientifique.

» Les esprits éminents qui se sont donné la tâche de vulgariser la science, les Herschel, les Arago, les Delaunay, n'ont guère traité sérieusement ces questions. Herschel II se figure que la queue d'une comète tient à son noyau, balaye l'espace et est brandie (*brandished*) comme quelque chose de rigide, par la comète circulant autour du Soleil. Arago dit quelque part : *Cependant la science a progressé, car on sait aujourd'hui que la plupart des queues des comètes sont des cônes ou des cylindres creux.* Delaunay se borne à dire : *On a souvent remarqué que la queue d'une comète est dirigée précisément suivant le prolongement du rayon vecteur du noyau. Jusqu'à présent, aucune considération théorique n'a pu rendre compte de cette particularité.*

» Et pourtant, il y a deux cents ans que Kepler, Hooke et surtout Newton ont donné l'explication que Delaunay réclame. Le troisième Livre des *Principes*, si pieusement étudié en Angleterre, aurait dû épargner à Herschel II les doutes qu'il a exprimés dans ses admirables *Esquisses astronomiques*.

» Il semble donc, à en croire ces auteurs, si justement accrédités pour les autres branches de la science, que la science laisse, sur ces questions, le champ libre à toutes les conjectures. Aussi le public, à l'aspect de ce panache gigantesque que les comètes semblent porter avec elles, et qu'on ne lui explique pas, le public, voire même des investigateurs distingués, se dit-il qu'il lui faudrait des vitesses inimaginables pour suivre la comète dans son mouvement; car on ne doute pas qu'il ne fasse corps avec elle comme le sabre qu'on tient à la main et qu'on brandit en l'air. On en conclut, comme Cardan il y a trois siècles, et bien d'autres après lui, même de nos jours, que cet appendice ne saurait être matériel, mais un simple jeu de lumière dû aux rayons du Soleil traversant la tête de la comète et excitant derrière elle un milieu plus ou moins éthéré.

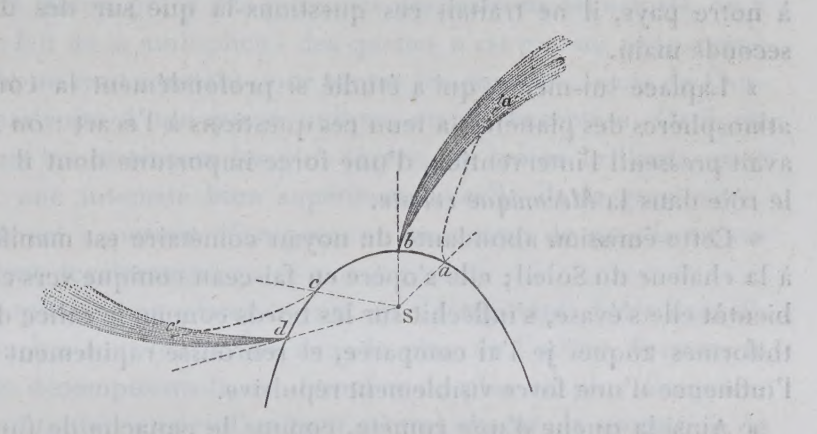
» Il y a deux siècles que ces fantaisies auraient dû disparaître avec l'erreur qui semble la motiver. Voici ce que disait le géomètre Hooke, contemporain et parfois émule de Newton : ..... *Il est arrivé, ainsi, que la plupart de ceux qui ont traité particulièrement des comètes ont expliqué leurs queues, non par des matières issues de la tête, mais par un certain concours des rayons solaires qui traversent la tête et s'y réfractent... Mais, en examinant ce qui doit se passer ainsi, suivant eux, par voie de réflexion ou de réfraction, on reconnaît aisément que les résultats ne sont nullement d'accord avec les phénomènes, et que cette explication ne saurait satisfaire un investigateur sérieux.*

» Et voici la construction de Newton :

» Sur la figure ci-jointe, la comète décrit autour du Soleil S son orbite *abcd*. On y a représenté la queue dans deux positions *b* et *d*. Ce qui frappe le public, c'est que, pour balayer l'espace de ba' en dc', il faudrait supposer à l'extrémité de la queue une vitesse inimaginable. Le public et même des savants distingués s'imaginent en effet que cette queue s'est transportée de toutes pièces de ba' en dc'.

» C'est une erreur : la queue dc' ne possède plus une seule particule de la queue ba', de même que le panache de fumée d'un paquebot, arrivé du Havre à New-York, n'est plus du tout composé des molécules charbonneuses qui le formaient au point de départ. La molécule a' a été émise par la tête de la comète lorsque celle-ci se trouvait en a; cette molécule a' se meut autour du Soleil en vertu de la vitesse que la comète possédait en a

et de la force centrale répulsive du Soleil; elle parcourt donc, indépendamment des autres molécules, une orbite particulière, en général une branche d'hyperbole dont le foyer est en S, mais qui tourne vers S sa convexité. Elle va se perdre dans l'espace à peu près dans la direction *aa'* et n'a plus rien de commun avec la comète, si ce n'est cette particularité que



l'aire décrite par son rayon vecteur, en un temps donné, est la même que l'aire décrite dans le même temps par le rayon vecteur de la comète lorsqu'elle était en *a*.

» En *d*, la queue est formée par les particules émises par le noyau, lorsqu'il parcourait l'arc *cd*, la plus éloignée de la tête étant toujours la plus anciennement émise. L'orbite hyperbolique des molécules émises en *c* est *cc'*; la tranche qu'elles forment vient se placer en *c'* à la date *d*, en attendant qu'elle aille se perdre dans l'espace infini. Si la série de ces tranches forme une figure régulière, malgré l'indépendance respective de leurs mouvements, c'est par la même raison qu'un panache de fumée au-dessus d'un paquebot affecte une figure géométrique.

» La queue, comme le panache de fumée, n'est que l'enveloppe géométrique des positions que ces diverses émissions successives occupent à un moment donné dans l'espace. Elle ne tient en rien à la comète dont la sphère d'attraction est excessivement étroite, et restreinte aux couches qui entourent immédiatement le noyau.

» Telle est la construction fort simple qu'a donnée Newton, il y a deux siècles, à cette différence près que Newton a remplacé nos branches d'hyperboles, convexes vers le Soleil, par de simples droites (1). M. Arago, plus atten-

---

(1) Les trajectoires des matériaux abandonnés par la comète et chassés par le Soleil

tif à la partie physique des choses qu'à la partie géométrique, a été frappé de l'insuffisance de l'hypothèse que Newton avait dû imaginer pour éviter de reconnaître dans le ciel une autre force que son attraction et n'a pas vu que l'explication géométrique, du moins, était complète. Quant à M. Delaunay, dont les grands travaux sur la théorie de la Lune font honneur à notre pays, il ne traitait ces questions-là que sur des documents de seconde main.

» Laplace lui-même, qui a étudié si profondément la constitution des atmosphères des planètes, a tenu ces questions à l'écart : on dirait qu'il y avait pressenti l'intervention d'une force importune dont il ne voyait pas le rôle dans la *Mécanique céleste*.

» Cette émission abondante du noyau cométaire est manifestement due à la chaleur du Soleil; elle s'opère en faisceau conique vers cet astre, mais bientôt elle s'évase, s'infléchit sur les bords comme le calice des fleurs cyathiformes auquel je l'ai comparée, et rebrousse rapidement chemin sous l'influence d'une force visiblement répulsive.

» Ainsi la queue d'une comète, comme le panache de fumée d'un paquebot, se perd continuellement par un bout dans l'espace, et se renouvelle continuellement par l'autre, c'est-à-dire par le bout où est le noyau. Mais la comparaison ne doit pas aller plus loin : la courbure, en arrière du rayon vecteur, n'est pas due, comme celle d'une colonne de fumée marchant dans un air immobile, à la résistance d'un milieu quelconque; elle s'explique par la construction géométrique que nous venons de donner.

» Disons maintenant un mot des phénomènes qui nous permettent d'assigner à la force répulsive du Soleil ses caractères principaux.

» Si la gravitation existait seule, la comète n'en subirait pas moins une sorte de fusement en s'approchant du Soleil. Notre savant Correspondant, M. Roche, a montré qu'il y aurait alors deux émissions opposées tendant à former deux sortes de queues, l'une vers le Soleil, l'autre en sens contraire. On sait que la première n'existe pas. Son analyse était donc en défaut, mais sur un seul point : il n'avait pas tenu compte de la force répulsive. Ayant bien voulu, à ma demande, l'introduire dans ses équations avec le caractère principal que je lui avais donné, il eut la satisfaction de voir disparaître la queue dirigée vers le Soleil et d'obtenir dès lors, pour les atmosphères cométaires, des figures bien plus con-

---

peuvent être aussi des ellipses ayant leur foyer en S et une courbure moindre que celle de l'orbite, ou, comme cas très particulier, de simples droites.

formes à la réalité. Il y a plus, l'intensité de la force répulsive croissant avec la légèreté spécifique des matériaux sur lesquels elle agit, son action doit avoir pour effet d'y opérer une sorte de triage, de former plusieurs queues distinctes, d'autant moins courbées que leurs matériaux sont plus légers. L'histoire des comètes en présente des exemples frappants; mais dans ces derniers temps, grâce à la puissance des instruments actuels, on a reconnu que ce fait de la multiplicité des queues n'est pas un phénomène rare, mais plutôt un trait constant pour toutes les comètes, le cas de l'homogénéité, et par suite d'une queue unique, étant l'exception. Or il est incontestable que les matériaux les plus légers, les moins brillants, sont repoussés avec une intensité bien supérieure à celle de la gravitation. L'analyse de Bessel a permis d'assigner, en beaucoup de cas, la valeur numérique de leur accélération.

» Toutes ces queues sont plates et vont en s'élargissant; leurs axes diversement recourbés sont tous situés dans le plan de l'orbite. Prenons la plus brillante et décomposons-la en tranches de plus en plus éloignées. Ces tranches sont toutes percées d'un trou central obscur; la succession de ces trous forme une longue traînée noire qui semble au premier coup d'œil être l'ombre que le noyau projette derrière lui. Cependant, il n'y a pas à s'y tromper : cette traînée est démesurément plus longue que l'ombre possible du noyau opaque ; elle est, d'ailleurs, courbe comme la queue elle-même. En voici un admirable spécimen, que j'emprunte aux beaux dessins de la comète de Donati, exécutés par M. Bond. Elle est due à un manque de matière éclairée par les rayons du Soleil, et cette absence de matière ne se produit que parce que la force répulsive est arrêtée par le noyau comme par un écran. Si elle traversait le noyau comme le fait l'attraction solaire, l'émission postérieure remplirait le vide, et la traînée obscure, que nous avons tous si souvent observée, n'existerait pas. Je n'insisterai pas davantage sur ces caractères, tous déduits des faits ou de leur analyse : je renverrai pour le reste le lecteur aux Mémoires de M. Plana et à mes publications antérieures dans les *Comptes rendus*. Je me borne à ajouter que ce mode de procéder, qui consiste à étudier, par l'observation et le calcul, les caractères des forces de la nature, en dehors de toute enquête sur leur essence ou sur leur cause première, est celui qui a porté la Mécanique céleste au plus haut point de perfection. Quant aux physiciens qui veulent aller plus loin, ils doivent sans doute agencer, avant tout, leurs hypothèses de manière à n'être pas en contradiction avec les faits. Je serai le premier à applaudir à leurs efforts s'ils aboutissent à un

résultat quelconque susceptible d'être contrôlé par l'observation ou le calcul. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation d'un nombre ou d'une forme quadratique par une autre forme quadratique;* par M. C. JORDAN.

« XV. Le problème général de la transformation d'une forme quadratique en une autre du même nombre de variables se ramène immédiatement au cas particulier de l'équivalence, dont nous avons donné la solution.

» Soient, en effet, F et G les deux formes données, D et Δ leurs discriminants, S une substitution à coefficients entiers qui transforme F en G. Son déterminant δ sera donné, au signe près, par la relation connue

$$D\delta^2 = \Delta.$$

» On sait d'ailleurs que S peut être mis (d'une seule manière) sous la forme TU, U désignant une substitution à coefficients entiers et de déterminant 1, et T une substitution de la forme

$$\begin{vmatrix} \alpha_{11} & 0 & 0 & \dots \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nn} \end{vmatrix}$$

à coefficients entiers et limités par les relations

$$\alpha_{11}\alpha_{22}\ldots\alpha_{nn} = \delta, \quad \alpha_{kl} = 0 \quad \text{si } k < l;$$

$$\frac{\alpha_{kl}}{\alpha_{ll}} = p_{kl} + iq_{kl} \quad \text{si } k > l \quad (p_{kl} \text{ et } q_{kl} \text{ étant } > -\tfrac{1}{2}, \text{ mais } \overline{\overline{<}}\, \tfrac{1}{2}).$$

» Cela posé, la relation G = FS = FTU montre que G est équivalent à FT.

» Pour obtenir les transformations de F en G, il faudra donc donner à T les diverses valeurs $T_1, T_2, \ldots$ en nombre limité dont il est susceptible, puis chercher successivement les substitutions de déterminant 1 qui transforment chacune des formes $FT_1, FT_2, \ldots$ en G.

» XVI. On peut ramener également au problème de l'équivalence la recherche des représentations d'une forme à m variables par une forme à n variables, m étant $< n$ (si $m = 1$, cette question se réduit à celle de représentations des nombres).

» Considérons, pour fixer les idées, les représentations d'une forme binaire F(X, Y) par une forme quaternaire $f(x, y, z, u)$.

» Soient

$$x = m_1 X + n_1 Y, \quad y = m_2 X + n_2 Y, \quad \ldots, \quad u = m_4 X + n_4 Y$$

une des représentations cherchées; δ le plus grand commun diviseur des déterminants $m_1 n_2 - m_2 n_1, \ldots$; D et d les discriminants de F et de f (supposés différents de zéro). On verra sans difficulté que D *est nécessairement un multiple de* δ^2. Donc δ ne sera susceptible que d'un nombre limité de valeurs.

» Ce point établi, posons

$$(1) \quad \begin{cases} x = m_1 X + n_1 Y + p_1 Z + q_1 U, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ u = m_4 X + n_4 Y + p_4 Z + q_4 U, \end{cases}$$

les entiers p, q étant choisis de telle sorte que le déterminant de la substitution se réduise à δ. Il viendra

$$f(x, y, z, u) = G(X, Y, Z, U),$$

G étant une forme de discriminant $d\delta^2$ qui se réduit à F(X, Y) pour $Z = U = 0$.

» A chaque représentation de F correspondant à une valeur donnée de δ correspondront autant de transformations de f en une forme de l'espèce G qu'il y a de manières de choisir les entiers p, q.

» Cherchons le lien de ces transformations.

» Soit

$$(2) \quad \begin{cases} x = m_1 X' + n_1 Y' + p'_1 Z' + q'_1 U', \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ n = m_4 X' + n_4 Y' + p'_4 Z' + q'_4 U' \end{cases}$$

une seconde transformation, et soit G'(X', Y', Z', U') la transformée de f correspondante.

» Les équations (1) et (2) donneront, pour X, Y, Z, U en fonction de X', Y', Z', U', des expressions de la forme

$$(3) \quad \begin{cases} X = X' + \dfrac{a_1 Z' + b_1 U'}{\delta}, \quad Z = \dfrac{a_3 Z' + b_3 U'}{\delta}, \\ Y = Y' + \dfrac{a_2 Z' + b_2 U'}{\delta}, \quad U = \dfrac{a_4 Z' + b_4 U'}{\delta}, \end{cases}$$

où les a, b sont des entiers tels que l'on ait $a_3 b_4 - a_4 b_3 = \delta^2$, et l'on aura par cette substitution,

$$G(X, Y, Z, U) = G'(X', Y', Z', U').$$

» Réciproquement, des relations (1) et (3), on déduira des relations de la forme (2), où les coefficients p', q' seront, en général, des fractions ayant δ pour dénominateur, mais pourront être entiers si les quantités $a_1, \ldots, b_4$ (mod. δ) sont convenablement choisies.

» XVIII. Nous dirons que deux formes de l'espèce G appartiennent à la même famille, si elles sont transformables l'une dans l'autre par une substitution de la forme (3).

» Le nombre de ces familles est limité, chaque famille contenant une forme réduite dont tous les coefficients sont limités en fonction de D et de d.

» En effet, la forme G, se réduisant à F(X, Y) pour Z = U = o, pourra se mettre sous la forme

$$G = F\left(X + \frac{\lambda_1 Z + \mu_1 U}{D}, \quad Y + \frac{\lambda_2 Z + \mu_2 U}{D}\right) + \frac{\psi(Z, U)}{D},$$

ψ étant une fonction quadratique de déterminant $Dd\delta^2$.

» Les valeurs de λ_1, μ_1, λ_2, μ_2 et des coefficients de ψ s'obtiendront en identifiant les deux membres de cette équation, et l'on voit aisément qu'elles seront entières.

» Cela posé, effectuons sur G la substitution

$$X = X' + \alpha_1 Z' + \beta_1 U', \quad Z = \alpha_3 Z' + \beta_3 U',$$
$$Y = Y' + \alpha_2 Z' + \beta_2 U', \quad U = \alpha_4 Z' + \beta_4 Z',$$

où $\alpha_3\beta_4 - \alpha_4\beta_3 = 1$, laquelle substitution rentre dans la forme (3).

» On pourra déterminer α_3, β_3, α_4, β_4, de manière à transformer ψ en une réduite ψ' à coefficients limités en fonction de $Dd\delta^2$, puis déterminer α_1, β_1, α_2, β_2 de telle sorte que les coefficients correspondants dans la transformée à λ_1, μ_1, λ_2, μ_2 aient leur norme au plus égale à $\frac{1}{2}$ND. Cela fait, la transformée Γ aura tous ses coefficients limités.

» XIX. Il y a lieu de se demander si les formes réduites en nombre limité ainsi obtenues peuvent être transformées les unes dans les autres par des substitutions de l'espèce (3), et de déterminer ces substitutions. Par des considérations analogues à celles que nous avons exposées dans nos précédentes Communications, on arrive au résultat suivant :

» *Toute substitution de l'espèce* (3), *qui transforme une réduite* Γ *en une réduite* Γ', *est un produit de substitutions de même espèce, à coefficients limités, dont la première transforme* Γ *en* Γ', *chacune des suivantes transformant* Γ' *en elle-même.*

» On pourra donc, par un nombre limité d'essais, construire les diverses réduites Γ, Γ', ...; puis reconnaître si plusieurs d'entre elles appartiennent à une même famille, auquel cas on les supprimerait, à l'exception d'une seule, que l'on conservera comme caractéristique de la famille. Enfin, on déterminera les substitutions de l'espèce (3), qui transforment chacune des réduites restantes en elles-mêmes.

» XX. Cela posé, à chaque transformation de F en l'une des réduites restantes Γ, Γ', ... correspondra évidemment une représentation de F par f.

» Réciproquement, à toute représentation de F par f correspondra une transformation de F en une forme G; et, en modifiant les coefficients p, q, ce qui revient à opérer sur la transformée G une substitution de l'espèce (3), on en déduira un système de transformation de F en chacune des formes de la même famille que G, et notamment des transformations de F en la réduite Γ caractéristique de cette famille. On aura, d'ailleurs, autant de transformations différentes de F en Γ, correspondant à la représentation donnée, qu'il existe de substitutions de l'espèce (3) qui transforment Γ en elle-même. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une modification de la lampe électrique;* par M. **Jamin**.

« Aussitôt qu'il eut découvert l'arc électrique, Davy le plaça dans le vide et reconnut : 1° que sa longueur est augmentée; 2° que les charbons ne s'usent plus. Depuis cette époque, diverses personnes ont essayé d'enfermer leurs appareils dans l'air confiné, mais jamais, à ma connaissance, dans des vases hermétiquement clos, ni au milieu de gaz sans action sur les charbons rougis. Cela tenait sans doute aux difficultés de l'expérience, à cause de la dimension des régulateurs. La lampe que j'ai fait connaître à l'Académie, pouvant être réduite à de très petits volumes, peut être placée soit dans le vide, soit dans des gaz inertes, au milieu de globes entièrement fermés. Voici le résultat des expériences que j'ai exécutées sur ce point.

» Parmi les gaz qui n'ont pas d'action sur les charbons, on peut citer l'azote, l'acétylène, l'oxyde de carbone, le gaz des marais et probablement

le sulfure de carbone. La plupart des autres sont décomposés. Ainsi, la vapeur d'eau donne de l'oxyde de carbone et de l'acétylène, l'acide carbonique double son volume et se change en oxyde de carbone, les carbures d'hydrogène, et en particulier la vapeur de pétrole, se décarburent, donnent naissance à des filaments de coke qui réunissent les pointes des charbons et font d'un appareil à arc un brûleur par incandescence.

» L'air offre un intérêt particulier. On voit tout d'abord le vase se remplir de vapeurs rutilantes par la combinaison, sous l'influence électrique, de l'oxygène et de l'azote. Mais ce composé se détruit bientôt et le gaz redevient incolore; il est évident que l'acide hypoazotique, après avoir pris naissance sous l'influence électrique, est à son tour décomposé pour fournir de l'oxygène au charbon. Finalement, il ne reste que de l'azote et de l'oxyde de carbone.

» Pendant ce temps, l'arc électrique subit des modifications correspondantes. Tant qu'il y a des vapeurs rutilantes, il varie à la fois dans son intensité et dans sa couleur; on le voit monter et descendre le long des pointes. A mesure que le gaz se décolore, la flamme se fixe et change de teinte. Enfin, quand toutes les transformations chimiques sont accomplies, elle est réduite à un arc très net, bien étalé, d'un bleu verdâtre sans mélange d'autres couleurs. Mais ce qu'il faut surtout remarquer, c'est qu'elle prend une fixité absolue, sans aucune défaillance dans son intensité, ni variation dans sa couleur ou sa position. Jamais, dans aucun cas, je n'ai remarqué une aussi complète fixité qui entraîne nécessairement la même invariabilité, dans l'éclat des pointes; je crois que cette circonstance est de la plus haute importance, en ce qu'elle nous affranchit des irrégularités qu'on rencontre dans tous les charbons.

» Ce spectre est sillonné par une incroyable quantité de raies très fines et presque régulières qui en constituent le tissu très serré. En outre, il offre en ses diverses parties un éclat très inégal. On y remarque quatre grands maxima qui naissent brusquement du côté le moins réfrangible par une ligne très brillante, laquelle se répète ensuite à des distances égales en s'affaiblissant. Ces maxima sont dans le jaune vert, le vert, le bleu et le violet; ils restent seuls visibles quand la lumière diminue; on reconnaît alors le spectre de la flamme bleue de l'alcool ou du gaz, celui des gaz carburés traversés par l'étincelle de Ruhmkorff et enfin celui de la récente comète que M. Thollon venait justement d'étudier avec le même instrument : c'est le spectre électrique de la vapeur de charbon rendue incandescente sans brûler.

» Les choses se passent autrement dans l'air : le charbon brûle, l'arc est rouge et l'on voit se succéder à intervalles irréguliers le spectre précédent, et un autre qui est dû à la combustion et qui est tout à fait différent; il présente un splendide assemblage de raies éclatantes dues à la combustion des métaux que contient le charbon. Il est évident que dans un gaz inerte nous avons affaire à un phénomène simple, purement électrique, que l'arc est un courant, que nous pouvons le diriger et le maintenir invariablement aux pointes par des actions électromagnétiques : c'est pour cela que la lumière prend une si remarquable fixité. Dans l'air libre, au contraire, le phénomène est complexe. Il y a encore le courant que nous pouvons fixer, mais il y a aussi la combustion des charbons sur laquelle nous ne pouvons rien, qui varie d'un moment à l'autre par le défaut d'homogénéité des charbons et qui occasionne les oscillations qu'on reproche avec raison à la lumière électrique.

» Si l'on opère dans l'air confiné, on commence par observer le spectre de combustion; aussitôt que les transformations chimiques commencent, le spectre électrique apparaît; on ne les voit pas tous deux en même temps : ils se succèdent et se remplacent alternativement; peu à peu les durées du premier diminuent : elles s'allongent pour le second, qui finit par persister.

» Il est bien remarquable que dans les deux cas l'arc soit caractérisé par des spectres si dissemblables et que les oscillations de la lumière ne soient que l'indice du passage d'un spectre à l'autre.

» Ce qui doit nous intéresser encore davantage, c'est que les charbons cessant de brûler cessent aussi de s'user. Quand on opère dans l'air avec un courant moyen, on dépense environ $0^{m},16$ de bougie par heure, et, comme il y a cinq bougies de $0^{m},32$ par lampe, c'est une durée de dix heures, soit une nuit. Dans l'appareil fermé, à mesure que le gaz se transforme, l'usure décroît rapidement et se réduit jusqu'à $0^{m},002$ environ par heure. Chaque bougie dure cent soixante heures, chaque lampe huit cents heures ou quatre-vingts nuits de dix heures. On peut dire que la lampe électrique devient perpétuelle, qu'il suffira de remplacer les charbons quand il faudra la nettoyer, que la dépense des charbons est presque annulée, que leur qualité devient indifférente, que les soins journaliers sont supprimés et que la lumière acquiert une fixité jusqu'à présent inconnue; il faut ajouter que par ses qualités antérieures la lampe s'allume spontanément aussitôt que le courant est fermé.

» Dans la pratique il faut réduire autant qu'on le peut les dimensions du globe de verre qui contient le brûleur, empêcher avec le plus grand

soin l'air extérieur d'entrer pendant les refroidissements, tout en permettant au gaz intérieur de s'échapper pendant la fonction, ce à quoi on parvient au moyen d'une soupape. Quant aux dispositions de ces globes, on peut les varier à l'infini; celles que nous avons adoptées sont très simples. Tout est soutenu par un plateau métallique; un anneau fixé sur son contour avec des vis maintient un anneau de caoutchouc qui se replie sur la cloche et la soutient par la pression, s'élargit et laisse échapper l'air; pendant le refroidissement, il serre la cloche et la ferme. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'acide perchlorique;* par M. **Berthelot**.

« **1.** La suite de mes recherches sur les oxacides de chlore et des éléments halogènes [1] m'a conduit à étudier la chaleur de formation de l'acide perchlorique : les résultats obtenus, non sans de grandes difficultés, mettent en évidence un certain nombre de faits chimiques nouveaux. Ils montrent en même temps comment la Thermochimie éclaircit les différences de stabilité et d'activité qui existent entre l'acide perchlorique pur et le même acide uni à une dose d'eau plus considérable.

» 2. On sait en effet, par les recherches de M. Roscoë principalement [2], qu'il existe plusieurs hydrates perchloriques, savoir : l'acide monohydraté proprement dit, ClO^8H; un hydraté cristallisé, $ClO^8H, 2HO$, et un hydrate $ClO^8H, 4HO$, volatil vers 200° et en partie dissociable dans les conditions même de sa distillation. J'ai reproduit ces expériences et j'ai même réussi à obtenir le premier acide sous la forme cristallisée. Il suffit de prendre l'acide liquide, lequel contient quelques centièmes d'eau excédante et de le placer dans un mélange réfrigérant. L'acide cristallise; on décante l'eau mère. On le laisse se liquéfier, on le fait cristalliser de nouveau, et on obtient ainsi finalement un acide fusible vers + 15°, point de fusion probablement encore trop peu élevé. J'en ai vérifié la composition par l'analyse. C'est un corps excessivement avide d'eau, et qui répand à l'air d'épaisses fumées.

» 3. La dissolution de l'acide monohydraté liquide, ClO^8H, dans cent fois son poids d'eau à 19°, dégage : $+ 20^{Cal}, 3$.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 338 (acide hypochloreux); t. X, p. 377 (acide chlorique et chlorates); t. XIII, p. 18 (acides bromique et hypobromeux); et p. 20 (acide iodique et iodates).

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXI, p. 346; 1861.

» L'expérience est assez délicate, à cause de la promptitude avec laquelle l'acide attire l'humidité pendant sa pesée, et à cause de la violence avec laquelle il réagit sur l'eau, au moment de l'essai calorimétrique.

» Le chiffre précédent est énorme; il surpasse la chaleur de dissolution de tous les acides monohydratés communs, étant plus que double, par exemple, de celui de l'acide sulfurique hydraté, SO^4H; il est à peu près égal aux chaleurs mêmes de dissolution des acides sulfurique anhydre (+ 18,7) et phosphorique anhydre (+ 20,8), les plus considérables qui soient connues jusqu'à présent; mais elles se rapportent à des corps anhydres. Le chiffre + 20,3 surpasse également les chaleurs de dissolution des hydracides, bien que ces dernières soient accrues de 6^{Cal} à 8^{Cal}, en raison de l'état gazeux des hydracides.

» Cette énorme chaleur d'hydratation de l'acide perchlorique explique l'extrême différence qui existe entre les réactions de cet acide étendu d'eau, condition où il est à peu près aussi stable que l'acide sulfurique étendu, et les réactions de l'acide monohydraté, lequel enflamme le gaz iodhydrique et agit avec une violence explosive sur les corps oxydables. On y reviendra tout à l'heure.

» 4. L'acide perchlorique monohydraté se décompose spontanément, comme M. Roscoë l'a remarqué. D'abord incolore, il se colore en jaune, puis en rouge et en rouge brun, et finit par dégager des gaz, qui exposent à l'explosion des récipients : explosion d'autant plus à craindre, que le col des flacons à l'émeri ne tarde pas à être soudé, par suite de la formation des cristaux du second hydrate perchlorique.

» L'acide qui a éprouvé une décomposition partielle ne convient pas pour la mesure de la chaleur d'hydratation, laquelle devient de moins en moins considérable, par suite de la formation d'eau qui accompagne cette décomposition. Malgré cette formation d'eau, le titre acidimétrique de l'acide, rapporté au poids équivalent de l'acide perchlorique, ne baisse pas, et il peut même augmenter un peu en apparence, parce que les acides oxygénés inférieurs du chlore ont un équivalent moindre que celui de l'acide perchlorique. C'est une cause d'erreur qu'il importe de signaler.

» 5. Une décomposition analogue se produit sous l'influence de la chaleur et ne permet pas de redistiller l'acide perchlorique. Elle a lieu aussi dans les conditions mêmes de la préparation de l'acide perchlorique, au moyen du perchlorate de potasse et de l'acide sulfurique, comme le montre le dégagement incessant de chlore qui accompagne la distillation. L'acide monohydraté semble ne pouvoir être obtenu qu'à la condition d'être en-

traîné par un gaz : aussi ne l'obtient-on qu'en petite quantité. Ceci tient à ce que la décomposition de l'acide perchlorique dégage de la chaleur. Dans la préparation même de cet acide au moyen du perchlorate de potasse et de l'acide sulfurique concentré, la réaction, une fois provoquée par l'action d'une source extérieure de chaleur, continue d'elle-même, cette source étant écartée, et cela avec une violence susceptible parfois de donner lieu à une explosion; ceci prouve que la réaction est exothermique. En même temps, il se dégage du chlore et de l'oxygène, qui entraînent la vapeur perchlorique et en rendent la condensation difficile.

» 6. Donnons quelques détails sur les réactions oxydantes exercées par l'acide perchlorique. En solution étendue, cet acide n'est réduit par aucun corps connu. Ni l'acide sulfureux, ni l'acide sulfhydrique, ni l'acide hydrosulfureux [1], ni l'acide iodhydrique, ni l'hydrogène libre, ni le zinc en présence des acides, ni l'amalgame de sodium en présence de l'eau pure, acidulée ou alcaline, ni l'électrolyse, n'exercent d'action : l'acide perchlorique et les perchlorates dissous sont aussi stables que les sulfates eux-mêmes. Mais il en est tout autrement de l'acide monohydraté, parce qu'il dégage en plus les $+ 20^{Cal},3$ répondant à sa chaleur de dissolution. Les hydrates $ClO^8H + 4HO$ (liquide), même $ClO^8H + 2HO$ (cristallisé), dont la chaleur de dissolution s'élève seulement à $+ 5^{Cal},3$ pour le premier; à $+ 7^{Cal},7$ pour le second [2], ne paraissent guère plus actifs que l'acide étendu lui-même; d'après des dosages faits avec le gaz iodhydrique, le gaz sulfureux et l'acide arsénieux solide.

» L'acide perchlorique monohydraté se comporte tout autrement. Mis en présence des corps oxydables, tantôt il demeure presque inactif, à la façon de l'acide azotique mis en rapport avec le fer passif; tantôt il les attaque subitement et avec une violence explosive. Il enflamme le gaz iodhydrique, l'iodure de sodium (par suite de la formule préalable du même gaz); il attaque très énergiquement l'acide arsénieux, etc. Avec les corps hydrogénés, la formation de l'eau limite l'action, en transformant une partie de l'acide en hydrate supérieur. L'acide arsénieux n'offre pas ces inconvénients : il produit un oxychlorure intermédiaire entre ce corps et l'acide arsénique et que j'ai déjà signalé en parlant des déplacements réci-

---

[1] J'ai spécialement vérifié par des pesées précises que cet acide, annoncé récemment comme capable de réduire les perchlorates, n'agit pas, en réalité, en dehors des petites quantités de chlorates que les perchlorates renferment souvent.

[2] $+ 11,7$ environ dans l'état liquide.

proques de l'oxygène et des corps halogènes ([1]); je n'ai pas pu utiliser cette réaction pour les mesures calorimétriques, même en dissolvant les produits dans la soude, pour obtenir un état final bien défini. Mais on n'y réussit pas, à cause de la constitution incertaine de l'acide arsénique formé, laquelle offre des différences analogues à celle des divers acides phosphoriques. Il en résulte que la saturation de cet acide arsénique par la soude dégage beaucoup moins de chaleur que celle de l'acide arsénique normal, ce qui trouble tous les calculs.

» Je citerai seulement les chiffres suivants, qui montrent la multiplicité des modes simultanés de décomposition de l'acide perchlorique. $1^{gr},175$ de cet acide, en présence de l'acide arsénieux en grand excès, se sont répartis de la manière suivante :

» $0^{gr},246$ ont cédé tout leur oxygène (O^8) à l'acide arsénieux;

» $0^{gr},139$ se sont détruits en $HCl + O^8$;

» $0^{gr},145$ en $Cl + O^7 + HO$;

» $0^{gr},645$ ont été retrouvés inaltérés.

» Quelques milligrammes seulement avaient formé de l'acide chloreux, d'après un dosage spécial.

» 7. J'ai mesuré la chaleur dégagée par l'union de l'acide perchlorique avec diverses bases, à 18°.

$ClO^8H(1^{éq} = 6^{lit}) + NaO(1^{éq} = 6^{lit})$ dégage..........	$+14,25$
» $+ 2^e NaO$......................	$+ 0,07$
$ClO^8H(1^{éq} = 6^{lit}) + BaO(1^{éq} = 6^{lit})$................	$+14,47$
» $+ 2^e BaO$......................	$+ 0,08$
$ClO^8H(1^{éq} = 6^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 4^{lit})$..............	$+12,90$
» $+ 2^e AzH^3$......................	$+ 0,00$

» La potasse dégage la même quantité de chaleur que la soude; mais les solutions ont été prises deux fois aussi étendues, afin d'éviter la précipitation du perchlorate.

» Ajoutons ici la chaleur de dissolution des perchlorates, d'après mes anciens essais :

ClO^8K absorbe..............................	$-12,1$
ClO^8Na..................................	$- 3,5$
ClO^8Ba..................................	$- 0,9$

» Enfin, j'ai mesuré récemment :

ClO^8AzH^4 (1 partie + 40 parties d'eau) à 20°...........	$-6,36$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XV, p. 211.

» 8. Calculons maintenant la chaleur de formation de l'acide perchlorique et des perchlorates, depuis leurs éléments. D'après les expériences qui seront citées dans le travail que j'ai fait en commun avec M. Vieille,

$Cl + O^8 + K = ClO^8K$ solide, dégage .... $+112^{Cal},5$

« De ce chiffre et des données précédentes, résulte :

$Cl + O^8 + H = ClO^8H$ liquide pur, dégage.....	$+ 19,1$
$Cl + O^8 + H +$ eau $= ClO^8H$ étendu..........	$+ 39,35$
$Cl + O^8 + K = ClO^8K$ dissous	$+100,4$
$Cl + O^8 + Na = ClO^8Na$ solide..............	$+100,2$; dis. $+96,7$
$Cl + O^8 + H^4 + Az = ClO^8H, AzH^3$ solide	$+ 79,7$

» 9. On tire de ces chiffres.

ClO^8H pur liquide	$= HCl$ gaz $+ O^8$, dégage....	$+ 2,9$
»	$= Cl + O^7 + HO$ gaz.......	$+ 9,9$; HO liq. $+ 14,9$
ClO^8H étendu	$= HCl$ étendu $+ O^8$........	nul
ClO^8H étendu	$= Cl$ gaz $+ O^7 + HO$ liquide...	$- 4,9$

nombres qui rendent compte de la différence entre la stabilité de l'acide concentré et de l'acide étendu, ainsi que de la facile décomposition de l'acide concentré. On a encore

ClO^8K solide $= KCl$ solide $+ O^8$............	$- 7,5$
ClO^8Na solide $= NaCl$ solide $+ O^8$...........	$- 3,0$
ClO^8Ba solide $= BaCl$ solide $+ O^8$..........	$- 1,1$

» Le changement d'un perchlorate solide en chlorure à la température ordinaire absorbe donc de la chaleur, c'est-à-dire qu'il ne saurait devenir explosif; tandis que le contraire arrive pour les chlorates, d'après mes mesures. Le signe du phénomène ne paraît pas d'ailleurs devoir changer avec l'élévation de la température, la chaleur spécifique moléculaire du perchlorate de potasse, par exemple (26,3), étant inférieure à la somme de celles du chlorure et de l'oxygène (33,9); c'est-à-dire que vers 400° l'écart serait accru de 3^{Cal} environ en valeur absolue.

» 10. Le changement du chlorate de potasse en perchlorate par la chaleur est dès lors exothermique, comme on aurait pu le prévoir.

$4ClO^6K = 3ClO^8K + KCl$, dégagerait, à la température ordinaire... $+ 63$

» Ceci est conforme d'ailleurs à la relation thermique déjà observée entre les hypochlorites et les chlorates, les derniers étant plus stables que les premiers, mais aussi formés avec une moindre absorption de chaleur.

» 11. Les relations thermiques montrent également que la décomposition du perchlorate d'ammoniaque doit être explosive, car

$$ClO^8H,\ AzH^3 \text{ solide} = Cl + O^4 + Az + 4HO \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots + 58^{Cal},3$$
$$\text{»} \qquad\qquad \text{»} \qquad \text{l'eau gazeuse} \ldots\ldots + 38^{Cal},3$$

Avec le sel fondu, on aura en plus la chaleur de fusion. C'est ce que l'expérience vérifie. En effet, le perchlorate d'ammoniaque chauffé fond d'abord, puis le liquide devient incandescent, en prenant la forme sphéroïdale; la perle brillante ainsi produite se décompose avec une extrême rapidité en chlore libre, oxygène et eau, avec production d'une flamme jaunâtre. Le sel ne détone cependant pas, du moins lorsqu'on opère sur une petite quantité. Ces phénomènes rappellent la décomposition de l'azotate d'ammoniaque (*nitrum flammans*), mais avec un peu plus d'intensité.

» 12. Nous avons remarqué plus haut combien est grande la chaleur de dissolution (+ 20,3) de l'acide perchlorique hydraté, ClO^8H, laquelle est plus que double de celles de tous les autres acides monohydratés et comparable à celles des acides anhydres les plus puissants. La grandeur des chaleurs dégagées se poursuit jusque dans les hydrates secondaires. Celle du deuxième hydrate

$$ClO^8H \text{ liq.} + H^2O^2 \text{ liq.} = ClO^8H,\ H^2O^2 \text{ dégage, l'hydrate étant solide} \ldots\ldots + 12^{Cal},6$$

+ 8,6 environ, s'il est envisagé comme liquide.

» La formation du troisième hydrate

$$ClO^8H,\ H^2O^2 + H^2O^2 = ClO^8H,\ 2H^2O^2 \text{ liquide, dégage en plus} \ldots + 7,4$$

valeur comparable à la chaleur de formation de l'hydrate sulfurique secondaire.

» Ces nombres viennent à l'appui de l'opinion qui regarderait les hydrates perchloriques comme le dernier indice du caractère quintibasique, reconnu dans l'acide periodique. Ces caractères ne se traduiraient plus que par la formation des hydrates, avec un grand dégagement de chaleur, l'acide perchlorique produisant seulement des sels monobasiques. J'ai déjà montré dans une autre série, RO^6H, comment on passe des acides chlorique et azotique, monobasiques, à l'acide phosphorique, tribasique, par l'acide iodique, qui offre certains caractères intermédiaires [1].

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 313 et 314.

» On voit par ces développements comment la Thermochimie rend compte des propriétés caractéristiques des perchlorates et spécialement de l'opposition singulière qui existe entre les réactions oxydantes si énergiques de l'acide concentré et la grande stabilité de l'acide étendu. »

ANTHROPOLOGIE. — *Les voyages de Moncatch-Apé,* annotés par M. A. DE QUATREFAGES. (Extrait par l'auteur.)

« Depuis bien longtemps, dans mes Cours et ailleurs, j'ai cherché à montrer que les populations de l'extrême Orient connaissaient et fréquentaient, avant les Européens, certains points des côtes de l'Amérique septentrionale. Au nombre des arguments les plus sérieux à l'appui de cette opinion, j'ai toujours placé quelques-unes des particularités géographiques et anthropologiques consignées dans le récit d'un voyage accompli par un Indien Peau-Rouge, de la tribu des Yazoux, sur le Mississipi, nommé Moncatch-Apé, récit qui nous a été transmis par Le Page du Pratz, dans son *Histoire de la Louisiane*.

» Je crois avoir été le premier à appeler l'attention sur ce témoignage. Par cela même on pouvait penser que je m'en exagérais l'importance. Pour mettre chacun à même d'en juger, il m'a paru qu'il serait utile de réimprimer à part cette partie d'un livre assez difficile à se procurer, en ajoutant quelques remarques et les notes nécessaires pour en faire apprécier la valeur. Je ne donne ici qu'un très court extrait de ce travail.

» C'est pour remonter aux origines des Peaux-Rouges, pour retrouver la patrie première de sa race, que Moncatch-Apé entreprit ses voyages. Ses mobiles furent donc exactement les mêmes que ceux qui conduisirent au Thibet Alexandre Csoma, de Körös. Qui eût pensé que le savant et patriote Hongrois avait eu un précurseur chez les sauvages du Mississipi?

» Moncatch-Apé, partant des environs de Natchez, visita d'abord les côtes de l'Atlantique et le fleuve Saint-Laurent. Je ne dirai rien ici de cette première course.

» Revenu chez lui, notre voyageur se dirigea vers le Nord-Ouest et atteignit les bords de l'océan Pacifique. C'est là qu'il rencontra des hommes blancs, barbus et se servant d'armes à feu, qui n'étaient pas Européens.

» Ici se présentent plusieurs questions auxquelles il faut répondre avant de comprendre la signification et la portée de ce fait.

» Et d'abord le voyage de Moncatch-Apé a-t-il été réellement accompli ou bien n'est-il qu'une fable inventée par un sauvage cherchant à tromper

un Européen? On lève aisément cette première difficulté en comparant l'état de nos connaissances géographiques, à l'époque dont il s'agit, avec les renseignements fournis par le pionnier Yazou.

» Dans les premières années du XVIIIe siècle, les régions nord américaines, placées à l'ouest des Grands Lacs et du Mississipi, étaient inconnues. Le Missouri n'avait été remonté que sur une faible partie de son cours; on ignorait l'existence des montagnes Rocheuses; on ne savait absolument rien des fleuves qui pouvaient s'écouler dans le Pacifique; et, en réalité, pas davantage des côtes de cet océan, de leur position, de leur direction.

» MM. Maunoir et Ploix ont bien voulu mettre à ma disposition, avec un empressement dont je suis heureux de les remercier, les anciennes cartes conservées dans les dépôts de la Guerre et de la Marine. On y reconnaît sans peine que cette ignorance s'est prolongée bien après l'époque où Moncatch-Apé accomplissait ses voyages (avant 1720), bien après celle où Le Page les publiait (1758).

» En effet, la Colombia ne figure ni sur la carte de Delisle, dressée en 1722, ni sur celle qui fut tracée en 1750, d'après les documents qu'il avait laissés, ni sur une troisième édition des précédentes, rectifiée par d'Anville en 1774. Les cartes anglaises de cette époque indiquent bien une rivière de l'Ouest (*river of the West*); mais ce n'est qu'un cours d'eau de médiocre étendue, placé 2° plus au Sud, sans aucune analogie avec le grand fleuve dont il s'agit. La Colombia ne fut aperçue qu'en 1775 par Hécéta, qui la nomma Rio San Roque. Mais son existence fut longtemps plus que mise en doute. Au mois d'avril 1792, Van Couver, après avoir longé toute la côte du 40e au 48e degré de latitude Nord, déclarait encore n'y avoir vu que des ruisseaux et des baies sans importance. Ce fut seulement au mois d'octobre suivant que, sur les indications de Quadra, il reconnut l'exactitude des observations faites par le commodore Gray, qui venait de redécouvrir le Rio San Roque, la Colombia d'aujourd'hui.

» Malte-Brun a fort bien montré comment, sous l'empire d'anciennes traditions et d'observations imparfaites, s'était formée la légende du fameux détroit d'Anian et d'une Méditerranée qu'on appelait *mer de l'Ouest*. Les cartes que je citais tout à l'heure portent de nombreuses traces de ces conceptions fantastiques. Dans celle de 1750, une énorme étendue d'eau occupe près de la moitié de la largeur du continent, va du 40e au 60e degré de latitude, du 115e au 135e degré de longitude environ; et occupe, entre autres, à peu près tout le bassin de la Colombia. A partir de l'entrée nord

de cette prétendue *mer de l'Ouest*, la côte va presque en ligne droite au Nord-Ouest. Mais, au moment où elle devait se détourner vers l'Ouest, elle est brusquement interrompue par une sorte d'archipel qui entame profondément le continent; et un grand golfe, à contours indéterminés, remplace la presqu'île d'Aliaska. La carte de 1774 reproduit encore la *mer de l'Ouest* avec un prolongement vers le Nord-Est, dernier vestige du détroit d'Anian.

» MM. Ferdinand Denis et Murgry attribuent la découverte des montagnes Rocheuses à Varennes de la Vérandrye. Ce Canadien français, parti en 1842 de Montréal, essaya de traverser le continent; mais il dut revenir sur ses pas. La tentative fut reprise en 1804 seulement par Lewis et Clarke. Ces voyageurs remontèrent le Missouri jusqu'à sa source, atteignirent un des affluents de la Colombia et descendirent ainsi jusqu'à la mer. C'est avec une sorte d'enthousiasme que Malte-Brun parle de cette expédition, accomplie par deux Blancs, soutenus par une nombreuse escorte.

» Eh bien, dès avant 1720, Moncatch-Apé avait fait seul la même traversée. Seulement, avant d'avoir atteint les grandes cataractes du Missouri, il s'était dirigé droit au Nord avec quelques Indiens rencontrés en route et avait gagné ainsi la tête de la Colombia, qu'il nomme la *Belle Rivière*. Par ce renseignement il mettait sur la voie de l'espèce de chevauchement que présente le cours des deux fleuves, le Missouri prenant sa source bien plus à l'Ouest que la Colombia. Notre voyageur avait d'ailleurs signalé non seulement la direction générale des deux cours d'eau, mais encore quelques-unes des grandes inflexions que présente le Missouri. Enfin, en reproduisant les dires de son interlocuteur, Le Page donne sur certaines productions du sol, sur les faunes terrestres et fluviatiles, sur le genre de vie des indigènes, etc., des indications que confirment de tout point les dernières publications des explorateurs américains. (*Voir*, entre autres, le travail de M. Gibbs intitulé : *Tribes of western Washington and north western Oregon*, dans les *Contributions to north american Ethnology*, t. I, 1877).

» Arrivé au Pacifique et après la lutte avec les hommes blancs, dont je parlerai tout à l'heure, Moncatch-Apé suivit les côtes qui vont, dit-il, *entre le froid et le couchant* (Nord-Ouest), jusqu'à un lieu où les jours étaient beaucoup plus longs et les nuits beaucoup plus courtes que chez lui. Là il apprit que la côte se prolongeait bien loin dans la même direction, puis tournait directement au couchant. A peine est-il besoin de faire remarquer combien toutes ces indications sont exactes, combien elles sont en avance

sur les cartes qui se gravaient encore en Europe, un demi-siècle au moins après les voyages du pionnier Yazou.

» Ainsi celui-ci n'a rien inventé en ce qui touche le ciel, la terre, les eaux, les indigènes des régions qu'il a parcourues. Dès lors on ne voit pas de raison pour mettre en doute ou nier ce qu'il dit des hommes blancs. Mais, d'ailleurs, les observations modernes permettent de contrôler encore ici l'exactitude de ses assertions jusque dans les moindres détails.

» Arrivé chez une tribu du littoral, Moncatch-Apé apprit que les indigènes souffraient beaucoup des visites régulières que leur faisaient des hommes *blancs,* portant *une barbe longue et noire qui leur tombait sur la poitrine.* Ces étrangers venaient *tous les ans, quand le froid finissait,* dans des pirogues où *ils étaient quelquefois trente et jamais plus.* Leur but était de *chercher sur la côte un bois jaune et puant* qui *teint en beau jaune.* En outre ils mettaient tout en œuvre *pour enlever des jeunes gens.* Ils paraissaient être *gros et courts,* avaient *la tête grosse et couverte d'étoffes;* leurs habits *tombaient jusqu'au milieu des jambes qui étaient couvertes, ainsi que les pieds, d'étoffe rouge ou jaune.* Du reste, on n'avait encore pu en tuer aucun, *leurs armes faisant un grand bruit et un grand feu.* Mais cette année même, les tribus s'étaient alliées pour attaquer et chasser décidément ces pirates.

» Notre voyageur se joignit à ses nouveaux amis. Grâce à ses conseils, on tendit une embuscade qui réussit à souhait. Les étrangers arrivèrent *dans deux grandes pirogues.* Mais, une fois débarqués, ils furent entourés et on en tua onze, dont les indigènes se partagèrent *les chevelures et les barbes.*

» Moncatch-Apé décrit les individus tués et confirme les détails précédents. Il en ajoute d'autres relatifs aux vêtements : la tête était *entortillée de beaucoup d'étoffe;* les habits n'étaient ni de laine ni de soie, mais *de quelque chose semblable à de vieilles chemises, très doux et de différentes couleurs; ce qui couvrait leurs jambes et leurs pieds était d'une seule pièce.* Notre voyageur ne put entrer dans une de ces chaussures, par suite, dit Le Page, de l'écartement des doigts du pied et surtout du gros orteil.

» Moncatch-Apé essaya les armes à feu de deux morts. Il trouva qu'elles ne portaient pas aussi loin que les fusils français. En outre, elles étaient plus lourdes. La poudre était un mélange de grains de toutes dimensions, mais les gros dominaient.

» Je crois inutile de démontrer que les Blancs de Moncatch-Apé n'étaient pas des Européens. Mais peut-on les identifier avec quelque population de l'extrême Orient asiatique? Pour répondre à cette question, je me bornerai

à citer quelques passages empruntés aux navigateurs qui ont visité les îles Lieou-Tchou ou Liou-Kiou.

» Basil Hall nous montre la taille des insulaires comme étant *plutôt basse qu'élevée;* aucun ne dépassait 5 pieds 6 pouces anglais ($1^{m},65$). Les membres sont d'ailleurs forts et bien proportionnés. Mac Leod les représente comme *tout aussi blancs que les Européens du Midi.* MM. Fah et Green ajoutent : *dès leur jeunesse, ils ont une barbe très noire, qui, chez les vieillards, devient aussi blanche que la neige.*

» Voilà bien les petits hommes blancs et barbus de Moncatch-Apé.

» Quant au costume, voici ce qu'en dit Basil Hall :

« C'est une robe flottante, à manches très larges, serrée à la taille par un large ceinturon. Ils ont aux pieds de jolies sandales de paille sur des bottines, ou bas courts en coton.... Les classes inférieures se roulent autour de la tête une étoffe de couleur, qu'ils appellent *sadge*.... Plusieurs portent des cotonnades imprimées, d'autres ont des vêtements d'étoffe en coton avec des dessins tracés à la main.

» Dans ces quelques phrases, nous retrouvons les *habits qui tombent jusqu'au milieu des jambes,* les étoffes *qui entourent la tête, qui couvrent les jambes et le pied;* étoffes *de diverses couleurs,* qui n'étaient *ni de laine, ni de soie,* comme le dit Moncatch-Apé, mais de coton, comme l'avait conjecturé Le Page.

» J'ai abrégé ces citations et en ai supprimé plusieurs. Ce qui précède suffit, je pense, pour montrer que Moncatch-Apé d'une part, Basil Hall, Perry et leurs compagnons de l'autre, ont eu sous les yeux des représentants d'une même population qui, depuis un siècle environ, avait conservé, avec ses caractères physiques, ses modes et son costume.

» Par conséquent, antérieurement à l'époque où les Européens ont connu cette partie des côtes de l'Amérique du Nord, l'embouchure de la Colombia et les plages voisines étaient connues et fréquentées par les insulaires de Lieou-Tchou. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les premières observations météorologiques, topographiques et hydrographiques faites sur la ligne du canal interocéanique de Panama.* Note de M. DE LESSEPS.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des observations météorologiques, des études et travaux préparatoires sur la ligne du canal interocéanique de Panama.

» Les grandes opérations de nivellement et de planimétrie se complètent avec quelques difficultés du côté de Colon, par suite des pluies qui ont inondé certaines régions basses. Cependant les relevés de ces parties les plus difficilement accessibles sont presque terminés. Le bureau des études a déjà pu fournir les cartes suivantes :

» Planimétrie du Rio-Grande et du terrain compris entre l'embouchure de ce fleuve et la ville de Panama;

» Triangulation de l'embouchure du fleuve Chagres avec sondages de la passe;

» Hydrographie de la côte Est de la baie de Colon avec sondages dans le bras de la mer Folks-River, séparant l'île de Manzanillo de la terre ferme;

» Planimétrie de la rivière Mindi se jetant dans la baie de Colon;

» Tracé de la grande trocha entre la mer et Miraflores.

» Colon est actuellement une station météorologique parfaitement installée. Depuis le mois de mars dernier, la direction, la vitesse et la durée des vents sont relevées à l'anémomètre; un maréographe enregistre les oscillations de la marée; les courbes de pression et de température sont tracées à l'aide de trois observations quotidiennes; la pluie tombée est soigneusement mesurée.

» Des stations semblables sont en voie d'organisation à Panama, à Emperador (sommet de la Culebra) et à Gamboa (emplacement du barrage projeté). Deux maréographes ont été installés pour l'observation des marées dans la baie de Panama, l'un à l'embouchure du Rio-Grande, l'autre à l'île de Naos.

» Les premières courbes thermométriques ont indiqué, pour Colon, des variations comprises entre 19°,9 et 34°,5. Les moyennes quotidiennes ont oscillé entre 23°,2 et 27°,6. Les premiers diagrammes des mouvements du niveau de la mer à Colon indiquent que les marées sont extrêmement irrégulières dans cette baie et que les oscillations paraissent obéir principalement à l'action des vents dominants.

» Le personnel, légèrement éprouvé à l'époque du changement de saison, a repris son état sanitaire normal dès que les premières pluies de l'hivernage ont eu fait leur apparition, et, malgré l'état peu satisfaisant des diverses stations de relâche des paquebots dans la mer des Antilles et de certains points des côtes du Pacifique, état qui aurait pu, par la fréquence des arrivées à Panama et à Colon, provoquer des accidents dans ces villes, le chiffre de la mortalité n'y a pas sensiblement augmenté. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que l'on ne fait aucune espèce de quarantaine à l'égard

des provenances de lieux infestés. Des cas de fièvre jaune importée n'ont pas été suivis de propagation épidémique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui devront faire partie de la Commission chargée de la vérification des comptes de l'année 1880.

MM. Chevreul et Rolland réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Note relative à la restitution de la trière athénienne;* par M. le contre-amiral Serre. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Dupuy de Lôme.)

« La restitution de la trière athénienne est à l'étude depuis longtemps. Bien que les documents abondent, on n'a pu réunir en un ensemble satisfaisant les caractères historiques et certains du navire grec. Sur le point principal, le mode de propulsion, les marins et les archéologues sont en désaccord. Les uns, en dépit des textes et des images, nient la superposition des rames; les autres l'affirment dans des conditions contraires aux données de l'expérience et aux lois de la Mécanique.

» Un examen attentif du bas-relief trouvé à l'Acropole par M. Lenormant et reproduit dans le bel Ouvrage de M. Cartault m'a suggéré une méthode nouvelle. Un module ayant été déduit de la longueur des membres des rameurs qui sont sur le bas-relief correctement dessinés, ce module a été appliqué à la distance entre deux rames consécutives ou *interscalme;* on a trouvé pour cet élément $0^m,92$, l'intervalle expressément indiqué par Vitruve. Dès lors, il est permis de considérer le bas-relief comme un dessin fidèle et de dessiner la maîtresse section de la trière suivant les indications qu'il fournit. On arrive ainsi à placer les avirons, dont les longueurs ont été déterminées en fonction de leurs hauteurs, et les rameurs qui les actionnent suivant un ordre nouveau.

» Les thranites sont assis au milieu du navire sur les sièges les plus élevés, ils manient les rames les plus longues; les zygites sont assis sur les

bancs latéraux, ils manient les rames moyennes; les thalamites sont debout dans les thalames, ils manient les rames les plus courtes; ils sont plus près du bord que les zygites. De la sorte il y a trois étages de rames, et les rameurs, comme le montrent les figures, sont interposés et juxtaposés.

» La formule de la rangée triple de rames, de l'interposition et de la juxtaposition des rameurs, s'applique à toutes les galères, quel que soit leur rang, que les avirons thramite, zygite et thalamite soient maniés par des rameurs isolés ou bien par des groupes simples, ceux où les hommes sont tous du même côté de l'aviron, ou bien encore par des groupes doubles, ceux où les rameurs, se faisant face, poussent et tirent alternativement. Elle conduit à des navires ras sur l'eau, de dimensions modérées, légers, solides, dans la plupart des cas rapides. Ces navires, construits d'après le même principe, se ressemblent tous, sauf en ce point que la longueur des avirons, et surtout la longueur intérieure, croissant plus vite avec le chiffre des équipes qui les actionnent que la largeur à la flottaison du navire qui les porte, le flanc de la galère s'évase à partir de cette flottaison, et s'évase d'autant plus que les avirons sont plus grands et les équipes plus nombreuses.

» La position donnée aux rameurs en raison des cotes releves sur le bas-relief de l'Acropole est géométriquement irréprochable. Chacun est à sa place, et à la seule condition que le mouvement simultané des trois rangs de rames soit précis, la galère peut voguer sur des eaux tranquilles; mécaniquement et au point de vue du service à la mer, elle ne soutient pas l'examen : les thranites et les zygites ont des avirons trop longs pour les manier avec vigueur et continuité; les thalamites ne voient pas l'eau où ils les plongent; une bourrasque ou un abordage mettrait dans cette foule d'avirons qu'il faudrait rentrer à la fois un désordre irréparable. Il faut donc chercher une conciliation entre cet état de choses, la vogue simultanée, dont la réalité est certaine, et l'appropriation du matériel de la galère aux différents services de la guerre et de la navigation.

» Cette conciliation s'opère d'elle-même dès que nous admettons que la vogue simultanée est une vogue de parade; que, pour le combat, on emploie la vogue thranite, dans laquelle les trois rameurs thranite, zygite et thalamite viennent actionner un seul aviron proportionné à leurs forces; que, pour la navigation pressée, on emploie la vogue zygite, dans laquelle l'équipage est partagé en deux bordées et chaque aviron manié par deux rameurs; que, pour le calme, le beau temps, la navigation courante, on emploie la vogue thalamite, dans laquelle l'équipage est divisé en trois ou

quatre sections et chaque aviron manié par un seul rameur, qui peut indifféremment être un vieux matelot ou un novice.

» Dans ces conditions, les forces de l'équipage sont parfaitement utilisées. Avec la vogue thranite la trière atteint 10^{km} à l'heure; avec la vogue zygite elle peut accomplir à la rame ces traversées rapides dont l'histoire garde le souvenir.

» La distinction entre les divers genres de vogue n'est vraie que pour les navires de combat. Ainsi la pentère qui, pour la vogue simultanée, comptait deux rameurs sur les rames thranites, deux sur les zygites, un sur les thalamites, pratiquait la vogue thranite ou de combat avec cinq hommes sur chacune des grandes rames; mais les navires d'apparat, comme la tessarakontère de Ptolémée ne pratiquaient que la vogue d'apparat.

» Autour de ces données essentielles qui conduisent à un tracé très simple et très satisfaisant de la trière, viennent se grouper, dans les conditions indiquées par les textes, les faits secondaires. Toute la partie centrale du navire étant occupée par la chambre de vogue, les extrémités restent disponibles pour les logements, les cuisines, les apparaux de mouillage, l'installation des gouvernails; tout s'agence dans un ordre facile et qui continue à être suivi, lorsque, de la trière aphracte, présentée à l'Académie, on passe à des galères kataphractes d'un rang supérieur.

» En résumé, on peut construire demain la galère présentée à l'Académie; armée, protégée, rapide, elle pourra naviguer et combattre. La possibilité de l'existence de ce type est une preuve très forte en faveur de sa probabilité. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application des moteurs électriques et des piles secondaires de M. G. Planté à la direction des aérostats.* Note de M. G. TISSANDIER.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Les perfectionnements récents apportés aux machines dynamo-électriques m'ont donné l'idée de les employer à la direction des aérostats, concurremment avec les couples secondaires, qui, sous un poids relativement faible, emmagasinent une grande somme d'énergie.

» Un semblable moteur, attelé à une hélice de propulsion, offre, sur tous les autres, des avantages considérables au point de vue aérostatique : il fonc-

tionne sans aucun foyer, et supprime ainsi le danger du feu sous une masse d'hydrogène; il offre un poids constant, et n'abandonne plus à l'air des produits de combustion qui délestent sans cesse l'aérostat et tendent à le faire monter dans l'atmosphère. Il se met en marche avec une facilité incomparable, par le simple contact d'un commutateur.

» J'ai fait confectionner un petit aérostat allongé, terminé par deux pointes, ayant $3^{m},50$ de longueur et $1^{m},30$ de diamètre au milieu. Cet aérostat a un volume de 2200^{lit} environ. Gonflé d'hydrogène pur, il a un excédent de force ascensionnelle de 2^{kg}.

» M. G. Trouvé a construit une petite machine dynamo-électrique, genre Siemens, pesant 220^{gr}, et dont l'arbre est muni, par l'intermédiaire d'une transmission, d'une hélice à deux branches, très légère, de $0^{m},40$ de diamètre. Ce petit moteur est fixé à la partie inférieure de l'aérostat, avec un couple secondaire pesant $1^{kg},300$. L'hélice, dans ces conditions, tourne à $6\frac{1}{2}$ tours à la seconde; elle agit comme propulseur et imprime à l'aérostat, dans un air calme, une vitesse de 1^{m} à la seconde, pendant plus de quarante minutes. Avec deux éléments secondaires montés en tension et pesant 500^{gr} chacun, je puis adapter au moteur une hélice de $0^{m},60$ de diamètre, qui donne à l'aérostat une vitesse de 2^{m} environ à la seconde, pendant dix minutes environ. Avec trois éléments, la vitesse atteint 3^{m}. J'ai renouvelé les expériences un grand nombre de fois, en attelant l'aérostat à un manège installé dans une des salles du Conservatoire des Arts et Métiers, que M. Hervé Mangon a bien voulu mettre à ma disposition.

» Après ces premiers essais, j'ai mesuré le travail produit par le petit moteur dynamo-électrique de M. Trouvé. J'ai employé la méthode la plus simple, en faisant soulever directement des poids au moteur. Ces expériences ont été exécutées avec le concours de M. E. Hospitalier. Nous avons relié au moteur un élément secondaire, puis deux éléments en tension, et nous avons fait successivement varier les vitesses, en augmentant ou en diminuant la valeur des poids soulevés. Le petit moteur, qui, je le répète, pèse 220^{gr}, produit, dans les conditions de travail maximum, 90 grammètres avec un seul élément et une vitesse de 5 tours par seconde. Avec deux éléments en tension et une vitesse de 12 tours par seconde, le travail atteint 420 grammètres; avec trois éléments on atteint environ 1 kilogrammètre.

» Avec les deux éléments en tension, si la vitesse s'abaisse à 5 ou 6 tours par seconde, le travail n'est plus que de 278 grammètres; si la vitesse est supérieure à celle qui correspond au maximum et atteint, par exemple, 14 tours à la seconde, le travail n'est plus que de 375 grammètres. Ces

expériences montrent que, conformément à la théorie, les moteurs électriques attelés à un générateur donnent un travail maximum qui correspond à une certaine vitesse.

» Dans les conditions actuelles, les moteurs dynamo-électriques peuvent donner 6 chevaux-vapeur sous un poids de 300^{kg} environ, avec 900^{kg} d'éléments secondaires. Il serait facile d'enlever avec soi ce matériel, d'un poids total de 1200^{kg}, dans un aérostat allongé, de 3000^{mc}, gonflé d'hydrogène, analogue à ceux qui ont été conduits dans les airs, en 1852 par M. Giffard, et en 1872 par M. Dupuy de Lôme. L'aérostat aurait 40^{m} de longueur et $13^{m},50$ de diamètre au milieu; sa force ascensionnelle totale serait de 3500^{kg} environ; il pèserait, avec tous ses agrès, 1000^{kg} à 1200^{kg}; il resterait donc encore plus de 1000^{kg} pour les voyageurs et le lest. Par un temps calme, cet aérostat aurait une vitesse propre de 20^{km} à 25^{km} à l'heure, et dans un air en mouvement il se dévierait de la ligne du vent; il ne fonctionnerait assurément que pendant un temps limité, mais pourrait servir à des expériences de démonstration tout à fait décisives. Les résultats obtenus seraient bien plus favorables encore en employant un moteur dynamo-électrique et des piles secondaires construits dans des conditions spéciales de légèreté. On aurait ainsi, sous un même poids, une somme d'énergie bien plus considérable.

» J'ai l'honneur de faire fonctionner, devant l'Académie, les moteurs qui m'ont servi dans mes expériences préliminaires, exécutées en petit. »

M. L. Poultier adresse un Mémoire relatif à un « Nouveau train de wagons avec serre-frein électromagnétique ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier Volume des Œuvres de *J. Steiner*, qui vient de paraître sous le titre « Jacob Steiner's gesammelte Werke, herausgegeben auf veranlassung der kœniglich Preussischen Akademie der Wissenschaften; erster Band, herausgegeben von *K. Weierstrass* » ;

2° Le premier Volume des Œuvres de Jacobi, qui vient de paraître sous le titre « C.-G.-J. Jacobi's gesammelte Werke; erster Band, herausgegeben

von *C.-W. Borchardt* ». Ce premier Volume contient le célèbre Ouvrage de Jacobi, *Fundamenta novæ theoriæ functionum ellipticarum*, ainsi que plusieurs Mémoires relatifs aux fonctions elliptiques, publiés dans le *Journal de Crelle*; il se termine par la Correspondance mathématique de Jacobi avec Legendre, et par quatre Mémoires posthumes concernant la théorie des fonctions elliptiques.

M. **Dumas**, en présentant à l'Académie un Volume qui lui est adressé par M. *Le Play*, sous le titre « La Constitution essentielle de l'humanité », donne lecture de la Lettre suivante, qui accompagne cet envoi :

« En 1856, l'Académie voulut bien accorder le prix de Statistique à la méthode des monographies des familles. De ce jour, fort du patronage d'Arago et du vôtre, j'ai poursuivi son application.

» Depuis lors, la méthode d'observation n'a pas seulement donné ses fruits dans le domaine des Sciences physiques : elle s'est montrée également féconde pour les Sciences morales. Appliquée, en effet, aux sociétés de l'Asie et de l'Europe, elle a mis en lumière la loi qui leur est commune, que semble obscurcir en ce moment la juste admiration accordée aux progrès extraordinaires des Sciences physiques et des Arts usuels. Pour restaurer dans tous les esprits cette vérité éternelle, il suffira qu'une partie de l'activité scientifique se porte vers l'observation comparée des races signalées, depuis la naissance de l'histoire, comme les deux types excellents du *bonheur* et de la *prospérité*.

» Les races simples, éparses et heureuses, qui trouvent leurs moyens de subsistance dans la récolte des productions spontanées du sol et des eaux, dressent leurs enfants à l'obéissance et obtiennent ainsi la paix sociale, en organisant le culte domestique. Les races compliquées, agglomérées et prospères, qui se procurent le pain quotidien par l'agriculture, l'industrie manufacturière et le commerce doivent, pour s'assurer le même bienfait, organiser le culte public.

» En réclamant la fondation de la Société d'économie sociale, l'Académie des Sciences a créé une génération nouvelle de savants, aptes à confirmer les vérités morales qui peuvent être démontrées par l'observation méthodique des faits sociaux. En présidant vous-même cette Société à plusieurs reprises; M. Arago, en s'y faisant représenter par son parent M. Mathieu, vous avez contribué au succès dont elle jouit.

» La vérité fondamentale des sociétés humaines, celle que je constate depuis un demi-siècle, se résume ainsi :

» Dans la société la mieux organisée, l'enfant obéit au père et à la mère, » soumis eux-mêmes à Dieu. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète c 1881 (Schaeberle).* Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Mouchez.

« Ces éléments sont déduits de l'observation de Vienne, 18 juillet, et de celles de Paris, 23 et 28 juillet 1881.

Passage au périhélie : 1881 août 22,60205, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \varpi &= 218^\circ.55'.36'',3 \\ \Omega &= 96.48.23,3 \\ i &= 140.\ 3.22,3 \end{aligned}\right\}\ \text{Équin. moy., 1881,0.}$$

$$\log q = \bar{1},801788$$

Représentation de l'observation moyenne.

En longitude .... $(O-C)\cos\beta = -6'',3$

En latitude .... $O-C = +1'',8$

» Avec ces éléments on trouve, pour les coordonnées équatoriales de la comète :

$$\begin{aligned} x &= (\bar{1},886\,739)\sin(v + 113^\circ.16'.17'',0), \\ y &= (\bar{1},967\,099)\sin(v + 222.49.28,9), \\ z &= (\bar{1},868\,999)\sin(v + 154.25.16,2). \end{aligned}$$

Éphéméride pour 12^h, *temps moyen de Berlin.*

Dates. 1881.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log. dist. ☉.	Log. dist. ♁.	Éclat.
Août 5...	$6^h.56^m.\ 3^s,5$	$+48^\circ.50'.20''$	$\bar{1}$,86417	0,02400	3,96
7...	7.11.27,9	50. 1.29	$\bar{1}$,85215	$\bar{1}$,99447	4,73
9...	7.30.28,5	51. 9.25	$\bar{1}$,84093	$\bar{1}$,96330	5,75
11...	7.53.59,9	52. 7.38	$\bar{1}$,83073	$\bar{1}$,93073	7,00
13...	8.22.54,7	52.45.33	$\bar{1}$,82175	$\bar{1}$,89725	8,51
15...	8.57.39,1	52.47.10	$\bar{1}$,81422	$\bar{1}$,86375	10,26
17...	9.37.37,5	51.51.26	$\bar{1}$,80833	$\bar{1}$,83167	12,19
19...	10.20.38,6	49.36.43	$\bar{1}$,80425	$\bar{1}$,80308	14,24
21...	11. 3.21,3	45.49.38	$\bar{1}$,80198	$\bar{1}$,78058	15,95
23...	11.42.27,3	40.34.12	$\bar{1}$,80385	$\bar{1}$,76691	16,99
25...	12.16. 0,9	34.13.37	$\bar{1}$,80768	$\bar{1}$,76396	17,08

» L'éclat de la comète au 18 juillet est pris comme unité.

» Le 28 juillet, par un ciel bien transparent, la comète s'apercevait à l'œil nu, quoique assez difficilement. Son éclat calculé était alors 2,22. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques sur les comètes c et b 1881.* Note de M. L. THOLLON, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Dans la nuit du 26 au 27 juillet, vers $1^h 30^m$ du matin et par un ciel très pur, j'ai pu observer la nouvelle comète. Bien qu'elle fût tout à fait invisible à l'œil nu, les trois bandes constituant son spectre étaient plus brillantes et mieux définies que celles de la comète *b*. Elles offraient du reste le même aspect et m'ont paru avoir exactement la même disposition. Elles se détachaient très bien sur le spectre du noyau. Celui-ci offrait l'aspect d'un mince filet lumineux assez brillant, ne s'étendant guère au delà de la raie F. La lumière du fond était trop faible pour rendre visible la pointe du micromètre; j'ai dû renoncer à faire des mesures.

» La nuit du 27 au 28 a été moins favorable aux observations. Néanmoins j'ai pu mesurer la position de la bande verte et m'assurer qu'elle appartient bien au carbone.

» Du 28 au 29, la nuit a été extrêmement belle. La comète pouvait s'apercevoir à l'œil nu. A ma prière, MM. Henry sont venus l'observer et m'ont promis leur collaboration pour continuer cette étude. Ils ont été frappés comme moi de l'éclat et de la netteté du spectre. Malgré tous nos efforts, nous n'avons pu apercevoir aucune trace de la bande violette que M. Christie a vue dans le spectre de la comète *b*.

» Un accident survenu à l'appareil dont je me sers n'a pas encore permis de déterminer exactement la position des bandes.

» Mes observations sur la comète *b* se sont poursuivies jusqu'à ce jour. L'aspect et la position des bandes n'ont pas changé; leur éclat ne semble pas avoir diminué d'une manière bien sensible, tandis que celui de la tête et de la queue s'est tellement affaibli, qu'on a peine à les voir actuellement sans le secours d'une lunette. Ainsi il n'y a aucune proportion entre l'éclat de la comète et celui du spectre de bandes. Ce fait très remarquable ressort avec une évidence frappante des observations faites sur la nouvelle comète. »

SPECTROSCOPIE. — *Longueurs d'ondes des bandes spectrales données par les composés du carbone.* Note de M. **Thollon**, présentée par M. Jamin.

	Arc électrique. Lampe de M. Jamin.	Gaz d'éclairage ou cyanogène. Bobine avec condensateur. (Salet.)	Flamme bleue du gaz d'éclairage. Lecoq de Boisbaudran.	Comète *b* 1881.
α	562,2	563,0	562,9	562
	558,1	558,5	558,1	»
	553,6	554,0	554,2	»
	549,1	550,0 / 547,0	550,0	»
β	516,5	516,3	516,1	516
	512,7	513,0	512,7	»
	509,7	510,0 / 506,0	509,0	»
γ	473,9	474,0	473,8	»
	471,7	472,0	»	»
	470,4	470,0	»	47 milieu de la bande.
	468,7	468,7 / 467,0	467,5	»
δ	461,1	»	»	»
	459,0	»	»	»
	456,1	»	»	»
	453,9	»	»	»
	452,0	»	»	»
	450,8	»	»	»
	450,0	»	»	»
ε	427,0		436,8 / 430,9	» / »
	421,0	Visible seulement dans l'arc électrique.		
	419,3			
	417,7			
	416,4			
	415,5			
	415,0			

» Mesures faites sur l'arc électrique par M. Bigourdan, astronome à l'Observatoire de Paris. »

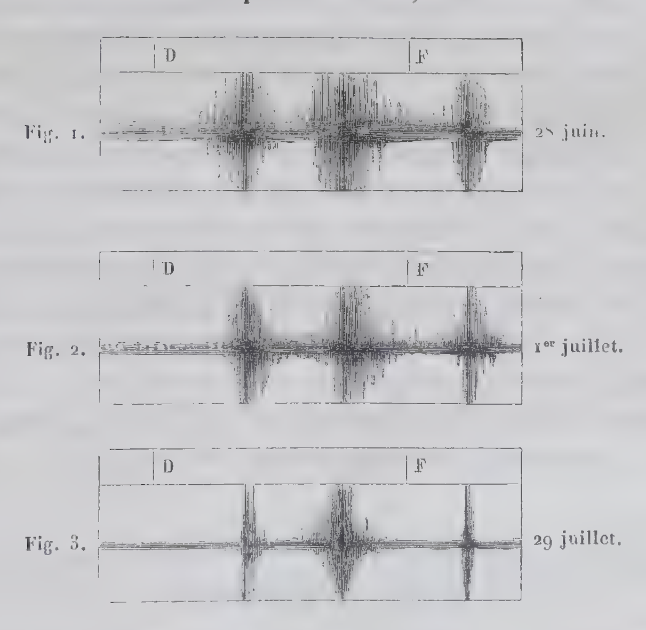
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres des comètes Cruls et Schaeberle.* Note du P. TACCHINI.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques observations que j'ai faites sur les spectres des comètes *b* et *c* 1881.

» C'est seulement pendant la nuit du 28 juin que j'ai pu observer le spectre de la comète. Au passage de son noyau devant la fente du spectroscope, on obtint deux spectres: l'un continu, l'autre composé de trois bandes, comme l'indique la *fig.* 1. En comparant les positions de ces bandes avec celles des raies 7 et 8 du spectre solaire, j'ai trouvé qu'elles correspondaient, dans l'échelle, aux nombres

552,1, 514,1, 463,1,

c'est-à-dire au spectre des hydrocarbures donné par M. Hesselber. Un résultat semblable a été obtenu par M. Ricco, astronome à Palerme.



» A l'intersection de ces bandes avec le spectre continu du noyau, on observe encore un renforcement de lumière.

» Pendant la nuit du 30 juin, le spectre continu avait une vivacité encore plus grande, probablement à cause des gerbes très lumineuses qui, du noyau, se dirigeaient vers le Soleil, avec une teinte légèrement rosée; les raies du carbone étaient également bien plus marquées.

» A cette occasion, j'ai continué l'examen spectroscopique le long de la queue de la comète. J'ai pu voir les trois bandes du carbone jusqu'au tiers de la longueur à partir du noyau, ce qui démontre la matérialité des queues des comètes. Un peu au delà, il ne restait que la bande du milieu, qui disparaissait elle-même au delà de la moitié de la queue.

Dans la nuit du 6 juillet, le spectre de la comète était déjà un peu affaibli, comme l'indique la *fig.* 2. Dans le spectre continu, la partie rouge était au contraire plus marquée, à la place de la ligne C; il me semble en résulter que le spectre continu du noyau ne peut pas être produit uniquement par la réflexion de la lumière solaire. Le noyau et les jets étaient toujours faiblement rougeâtres.

» Le 14 juillet, le noyau commençait à être entouré par une nébulosité plus grande et plus dense; le spectre continu était plus faible, mais la partie rouge était encore assez visible et les raies du carbone conservaient encore un éclat suffisant.

» Le 15 juillet, l'affaiblissement de la queue est bien manifeste; la tête de la comète se condensait et donnait toujours le même spectre, quoique plus faible.

» Dans la matinée du 23, j'ai observé le spectre de l'autre comète, Schaeberle. La comète était ronde, avec une queue très courte. Le spectre obtenu en plaçant le noyau de la comète sur la fente du spectroscope est représenté par la *fig.* 3, c'est-à-dire par les bandes connues du carbone et par un faible spectre continu, comme dans la comète Cruls. J'ajouterai seulement que, aux intersections des deux spectres, la lumière était bien plus vive pour la comète Schaeberle. Les bandes du carbone étaient visibles dans la nébulosité et dans la queue.

» Ce matin, 29 juillet, la comète Schaeberle était déjà visible à l'œil nu : son spectre gagne progressivement en éclat. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *De la constitution des comètes.* Note de M. **Prazmowski.**

« Les comètes ont donné lieu à de nombreuses analyses spectrales et polariscopiques. Les premières montrent, dans ces astres, la présence d'une matière gazeuse incandescente, renfermant du carbone. Pour ce qui concerne les secondes, je demande à l'Académie la permission de lui présenter le résumé de recherches que je poursuis depuis vingt ans.

» En 1858, j'ai constaté, sur la comète de Donati, que sa lumière était

fortement polarisée dans le plan passant par le Soleil. La comète de 1861, à mon grand étonnement, ne me donna aucune trace de polarisation. Enfin, j'ai reconnu que la comète de juin 1881 offrait de la lumière polarisée, quoique en moins grandes proportions que celle de Donati. Ces recherches ont été faites avec des appareils auxquels j'avais donné une grande sensibilité.

» Comment expliquer ces faits, en apparence contradictoires? L'angle d'élongation entre la Terre et le Soleil, vus de la comète de Donati, était de 90°, qui est l'angle donnant le maximum de polarisation dans les gaz, d'après la loi de Brewster. Ce même angle d'élongation pour la comète de 1861 était près de 180°, angle qui, d'après la même loi, donne une polarisation insensible. Enfin, pour la comète de 1881, il était de 60°, position intermédiaire.

» On est donc amené à admettre la constitution gazeuse des comètes, entrevue par l'étude du spectroscope; mais, de plus, on doit supposer que cette matière gazeuse est disposée régulièrement autour du noyau. En effet, l'hypothèse d'un essaim de matières solides ou liquides pulvérulentes, ou même gazeuses, disposées sans aucune loi, conduit à une réflexion diffuse et tumultueuse, et par conséquent à une absence de polarisation. C'est ce qui a lieu pour les nuages de notre atmosphère.

» On peut donc conclure que les enveloppes d'une comète sont gazeuses en partie et formant une vraie atmosphère, c'est-à-dire qu'elles sont composées de couches de densités décroissantes, disposées autour du centre de gravité de la comète comme autour d'un centre d'attraction. Je dis « gazeuses en partie », car, après la découverte du professeur Schiaparelli, qui a identifié les comètes aux étoiles filantes, il est difficile de ne pas y admettre l'existence de poussières solides, surtout dans les parties éloignées du noyau.

» En résumé, il nous paraît que les comètes sont formées d'une partie condensée, qui est le noyau, entourée d'une atmosphère gazeuse incandescente, qui réfléchit en même temps la lumière solaire, et, enfin, d'un essaim de matières désagrégées, n'obéissant plus à l'attraction cométaire et cheminant de conserve sous la seule attraction universelle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des formes trilinéaires.* Note de M. C. Le Paige, présentée par M. Hermite.

« Si l'on se donne une forme trilinéaire

$$(1) \qquad f = \Sigma a_{ikl} x_i y_k z_l,$$

et un triangle dont les trois côtés ont pour équations

$$\alpha = 0, \quad \beta = 0, \quad \gamma = 0,$$

les faisceaux de droites

$$x_2 \alpha - x_1 \beta = 0, \quad y_2 \beta - y_1 \gamma = 0, \quad z_2 \gamma - z_1 \alpha = 0,$$

où les rapports $\frac{x_1}{x_2}, \frac{y_1}{y_2}, \frac{z_1}{z_2}$ satisfont à la relation (1), se coupent sur une cubique circonscrite au triangle donné cubique qui a pour équation

$$(a_{111} + a_{222})\alpha\beta\gamma + a_{112}\alpha^2\beta + a_{121}\alpha\gamma^2 + a_{211}\beta^2\gamma + a_{122}\alpha^2\gamma + a_{212}\alpha\beta^2 + a_{221}\beta\gamma^2 = 0.$$

» C'est ce mode de génération des cubiques et, en général, des courbes géométriques que M. Folie et moi avons pris comme base de nos recherches.

» Soit de plus une cubique quelconque circonscrite à un triangle $\alpha\beta\gamma = 0$.

» Son équation la plus générale pourra s'écrire

$$A_{112}\alpha^2\beta + A_{113}\alpha^2\gamma + A_{122}\alpha\beta^2 + A_{223}\beta^2\gamma + A_{133}\alpha\gamma^2 + A_{233}\beta\gamma^2 + 2A_{123}\alpha\beta\gamma = 0.$$

» Pour l'identifier avec la précédente, c'est-à-dire pour trouver la relation $f = 0$ correspondant à cette courbe, il suffira de poser

$$a_{111} = A_{123} + x, \quad a_{112} = A_{112}, \quad a_{121} = A_{133}, \quad a_{211} = A_{223},$$
$$a_{122} = A_{113}, \quad a_{212} = A_{122}, \quad a_{221} = A_{233}, \quad a_{222} = A_{123} - x.$$

Nous disposons, par suite, d'une indéterminée x.

» Si nous calculons le discriminant de la forme trilinéaire ainsi obtenue,

nous aurons

$$\begin{aligned}\Delta = x^4 &+ 2x^2(A_{113}A_{223} - A_{123}^2 + A_{233}A_{122} + A_{112}A_{233}) \\ &+ 4x(A_{122}A_{233}A_{113} - A_{112}A_{133}A_{223}) \\ &+ [A_{123}^4 + A_{113}^2A_{223}^2 + A_{133}^2A_{122}^2 + A_{112}^2A_{233}^2 \\ &- 2A_{123}^2(A_{113}A_{223} + A_{133}A_{122} + A_{112}A_{233}) \\ &- 2(A_{113}A_{223}A_{133}A_{122} + A_{133}A_{122}A_{112}A_{233} + A_{112}A_{233}A_{113}A_{223}) \\ &+ 4A_{123}(A_{112}A_{133}A_{223} + A_{122}A_{113}A_{233})].\end{aligned}$$

Nous pouvons donc choisir toujours x de telle sorte que Δ soit différent de zéro : alors la forme trilinéaire peut s'écrire

$$f = Ku_1v_1w_1 + k'u_2v_2w_2,$$

et les covariants Σ représentent deux triangles passant par les sommets du triangle $\alpha\beta\gamma = 0$ et dont les côtés se coupent en six autres points de la courbe.

» Mais on peut aussi, et de quatre manières distinctes en général, choisir x de telle sorte que Δ s'annule.

» Alors, d'après ma première Note insérée aux *Atti* de l'Académie des *Nuovi Lincei*, comme deux des covariants Σ ne deviennent pas nuls, ces trois covariants représentent un triangle inscrit à la cubique pour chaque valeur de x qui vérifie $\Delta = 0$.

» Cette dernière équation paraît assez remarquable.

» En effet, si l'on forme ses deux invariants I et J, on peut remarquer qu'ils ne diffèrent point des invariants S et T de la forme cubique ternaire qui représente la cubique.

» On est donc amené, d'une manière naturelle et simple, à ces deux invariants fondamentaux et, par suite, au rapport $\frac{S^3}{T^2}$, qui caractérise le rapport anharmonique de la cubique. Quant aux autres conséquences géométriques, à la division des cubiques suivant la classe, etc., il est si facile de les déduire de là qu'il me paraît inutile de s'y arrêter. »

CHIMIE. — *Théorie de la dissociation : influence de la pression*, par M. G. **Lemoine**.

« Les expériences de Statique chimique publiées dans ces dernières années m'ont amené à compléter la théorie que j'avais présentée en 1871 (*Comptes rendus*, 23 octobre 1871). Je me bornerai aux systèmes homogènes.

» *Vitesse de la combinaison d'après la probabilité de rencontre des molécules.* — Appliquons à la Chimie les calculs développés par M. Clausius pour la constitution physique des gaz ([1]). Soient A et A′ deux gaz tendant à se combiner à volumes égaux; N et N′ le nombre de molécules *libres* dans l'unité de volume; v et v' les vitesses de ces molécules (on admet $v' < v$). Si λ et λ' sont les distances intermoléculaires des deux gaz, on a

$$N\lambda^3 = N'\lambda'^3 = 1. \tag{1}$$

Chaque molécule de A exerce son action chimique sur les molécules de A′ seulement lorsque leur distance est moindre qu'un certain rayon d'activité ρ.

» I. Supposons d'abord la pression assez faible pour que λ soit beaucoup plus grand que ρ. Il faut alors, pour se combiner, que les molécules passent assez près les unes des autres. Évaluons pour le temps dt le nombre de celles qui se rencontrent. M. Clausius a montré qu'on peut considérer les molécules de A comme en repos à condition de supposer celles de A′ animées d'une vitesse $u = v + \frac{1}{3}\frac{v'^2}{v}$; d'après cela, la probabilité pour qu'une molécule de A′ traversant l'espace compris entre deux plans parallèles distants de $u\,dt$ pénètre dans la sphère d'activité de rayon ρ d'une molécule de A est

$$\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}u\,dt.$$

Parmi les N′ molécules de A′, le nombre de celles qui se combineront est donc

$$\frac{N'\pi\rho^2}{\lambda^3}u\,dt,$$

ou, d'après (1),

$$NN'\pi\rho^2 u\,dt,$$

de sorte que le nombre des molécules combinées dans le temps dt est

$$-dN = -dN' = NN'\pi\rho^2 u\,dt. \tag{2}$$

» Soit dy le nombre de molécules du composé formé dans le temps dt; comme $dy = -dN = -dN'$, il vient, en appelant K une constante,

$$\frac{dy}{dt} = KNN'. \tag{3}$$

([1]) M. Joulin a déjà, en 1873, appliqué cette méthode à une question d'ordre chimique (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXX, p. 284).

» On retrouve ainsi la relation que j'avais obtenue en 1871, par des considérations moins précises. Cependant ce n'est là qu'une première approximation.

» II. A des pressions assez fortes pour que λ soit plus petit que ρ, le calcul précédent n'est plus applicable. Chaque atome de A trouve toujours dans son voisinage un atome de A' assez rapproché pour qu'ils tendent immédiatement à se combiner; la combinaison doit alors être très rapide et la loi qui exprime l'influence de la pression peut être toute différente.

» III. Comme nous ignorons *a priori* la limite qui sépare ces deux cas distincts, nous essayerons pour chaque corps de réunir les phénomènes observés dans une formule unique, mais un peu plus compliquée que (3). Pour diverses raisons [1], nous proposons la formule exponentielle

$$\frac{dy}{dt} = \mathrm{K}\mathrm{N}^{\beta}\mathrm{N}'^{\beta}. \tag{4}$$

» On devra trouver β peu différent de 1, dès que la pression sera assez faible.

» *Dissociation des systèmes homogènes.* — Les expériences de dissociation supposent les produits de décomposition maintenus en présence les uns des autres : la limite peut être regardée comme un équilibre entre les deux actions inverses de la chaleur et de l'affinité chimique qui tendent l'une à détruire, l'autre à reconstituer le composé. Évaluons chacune d'elles.

» Soient en tout $(\mu + 1)$ équivalents de A' pour $1^{\text{éq}}$ de A. Soit, dans l'unité de volume, p le nombre de molécules du composé si la combinaison était complète. En réalité, il n'y en a actuellement de combinées que $(p - y)$: les nombres de molécules libres de A et A' sont donc y et $y + \mu p$.

» L'action de la chaleur détruit une quantité du composé qu'on peut considérer pour le temps dt comme proportionnelle à $(p - y)\,dt$.

» En même temps, la quantité de composé reformée est, d'après la formule (4), proportionnelle à $y^{\beta}(y + \mu p)^{\beta}\,dt$. On a donc

$$\frac{dy}{dt} = a(p - y) - b\,y^{\beta}(y + \mu p)^{\beta},$$

ou

$$\frac{d\frac{y}{p}}{dt} = a\left(1 - \frac{y}{d}\right) - b\left(\frac{y}{p}\right)^{2\beta} p^{2\beta-1}\left[1 + \frac{\mu}{\left(\frac{y}{p}\right)}\right]^{\beta}. \tag{5}$$

---

(1) Cette forme exponentielle est justifiée : 1° par les expériences de MM. Gladstone et Tribe sur le déplacement mutuel des métaux, dans des dissolutions salines de concentration ariable; 2° par les expériences de M. Schlœsing sur le bicarbonate de chaux.

» Cette équation donne : 1° la marche progressive de la réaction ; 2° l'influence de la pression sur la limite; 3° l'influence de l'excès de l'un des éléments : cette *action de masse* ne change que très peu quand β varie.

» *Influence de la pression sur la dissociation, d'après la théorie et d'après l'expérience.* — D'après la théorie, et quoique nous prenions ici une seule formule, l'influence de la pression peut être toute différente suivant que l'intervalle moléculaire est ou non comparable au rayon d'activité chimique; seulement, à des pressions suffisamment faibles, dont la limite dépendra de l'énergie des affinités, la loi devra se rapprocher de celle que donne $\beta = 1$. La limite ne serait indépendante de la pression que pour $\beta = \frac{1}{2}$.

» D'après l'expérience, on trouve pour β, en appliquant la formule :

Combinaison d'oxyde de méthyle et d'acide chlorhydrique	de 1,2 à 1,1
Transformation allotropique de la vapeur d'iode à 1250 et à 900° ...	1,0 environ.
Acide iodhydrique à 350°	0,80
Acide iodhydrique à 440°	de 0,55 à 0,60

» Pour l'acide iodhydrique, la diminution de pression favorise la dissociation, mais dans des proportions assez restreintes : à 440°, entre $4^{atm},5$ et $0^{atm},95$, la limite passe tout au plus de 0,25 à 0,30 (M. G. Lemoine).

» Pour la combinaison d'oxyde de méthyle et d'acide chlorhydrique (M. Friedel), entre $1^{atm},45$ et $0^{atm},87$, les variations sont beaucoup plus considérables, mais les gaz sont très près de leur liquéfaction.

» Pour la transformation allotropique de l'iode de 1250° à 440° (MM. Crafts et F. Meier), l'influence de la pression est considérable.

» Dès 1862, M. Berthelot avait montré que dans l'éthérification des systèmes *gazeux* la limite change avec la pression.

» Tous ces phénomènes d'équilibres chimiques dépendent donc de la *distance intermoléculaire*; or, pour qu'elle soit seulement trois fois plus petite, il faut une pression vingt-sept fois plus grande. Une étude complète exigerait donc des variations de pression considérables; malheureusement, quand la pression diminue, l'équilibre se produit avec une telle lenteur, qu'il est très difficile de déterminer la limite.

» Néanmoins, les expériences que je viens de rappeler indiquent que, dans *la période de dissociation, l'action physique d'un abaissement de pression peut produire un effet chimique de décomposition des corps gazeux.*

» M. H. Sainte-Claire Deville attachait à cette question une telle importance, qu'il comptait déterminer la température de combustion des gaz dans des appareils où l'observateur lui-même aurait été à une pression supérieure à celle de l'atmosphère (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1093 et 1095). »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des explosifs; données numeriques.* Note de MM. **Sarrau** et **Vieille**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons exposé, dans une précédente Communication, la méthode expérimentale qui permet de déterminer la chaleur de formation d'un explosif; nous allons faire connaître les résultats donnés par l'application de cette méthode aux principales substances explosives.

» 1° *Nitroglycérine* $C^6H^5(AzO^4)^3O^6 = 227^{gr}$. — La chaleur de décomposition dans l'éprouvette calorimétrique a été trouvée égale à 1600^{cal} par kilogramme, soit 363,2 par équivalent.

» La formule des produits de la réaction, dans les conditions de l'expérience, est la suivante :

$$6CO^2 + 5HO + 3Az + O.$$

De ces données, on déduit, par équivalent :

Chaleur de formation des produits........................	$q_1 = 454,5$
Chaleur de décomposition (sous pression constante)...........	$q = 360,5$
Chaleur de formation de $1^{éq}$ de l'explosif..................	$q_0 = 94,0$

» La chaleur de combustion de la glycérine, par M. Louguinine, combinée avec les mesures de M. Berthelot sur la formation de l'acide azotique et sur sa réaction sur la glycérine donnent 96.

» L'accord est aussi satisfaisant qu'on peut l'espérer dans la comparaison de données d'origine si diverse et si multiple.

» 2° *Nitromannite* $C^{12}H^8(AzO^4)^6O^{12} = 452^{gr}$.

Chaleur de décomposition (sous volume constant)	par kilogr.......	1512,0
	par équival......	683,3

Formule des produits : $12CO^2 + 8HO + 3Az + 4O$:

Chaleur de formation des produits........................	$q_1 = 840,0$
Chaleur de décomposition (sous pression constante)...........	$q = 678,5$
Chaleur de formation de $1^{éq}$ de l'explosif..................	$q_0 = 161,5$

» 3° *Coton-poudre* $C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84} = 1143^{gr}$. — Cette substance donne, en vase clos, des réactions variables avec la pression; nous avons choisi, pour l'épreuve calorimétrique, le mode de décomposition correspondant à une

densité de chargement égale à 0,023 et représenté exactement par la formule

$$30CO + 18CO^2 + 11H + 11Az + 18HO.$$

» On trouve, dans ces conditions :

Chaleur de décomposition (sous volume constant)	par kilogramme.	1070,7
	par équivalent..	1223,8
Chaleur de formation des produits		$q_1 = 1843,3$
Chaleur de décomposition (sous pression constante)		$q = 1203,8$
Chaleur de formation de 1éq de l'explosif		$q_0 = 639,5$

» 4° *Picrate de potasse* $C^{12}H^2K(AzO^4)^3O^2 = 267^{gr}$. — Les divers modes de décomposition de cet explosif étant trop complexes pour qu'il soit possible d'en déduire avec précision la chaleur de formation des produits, nous avons eu recours à la combustion dans l'oxygène.

» Nous avons vérifié que la réaction est complète et correspond à la formule

$$10CO^2 + KOHO, 2CO^2 + HO + 3Az.$$

» On trouve, dans ces conditions :

Chaleur de combustion (sous volume constant)	par kilogramme.	2329,0
	par équivalent..	621,8
Chaleur de formation des produits		$q_1 = 737,2$
Chaleur de combustion (sous pression constante)		$q = 619,7$
Chaleur de formation de 1éq de l'explosif		$q_0 = 117,5$

» On déduit de ces chiffres que la réaction de chacun des 3éq d'acide azotique, fixés sur le phénol dans la formation de l'acide picrique, dégage $+ 34^{cal}$; chiffre fort voisin des 36^{cal} observées par M. Berthelot dans la formation des benzines mononitrées et binitrées.

» 5° *Picrate d'ammoniaque* $C^{12}H^2(AzH^4)(AzO^4)^3O^2 = 246^{gr}$. — Cette substance a été, comme la précédente, brûlée dans l'oxygène pur. Les résultats obtenus sont les suivants :

Chaleur de combustion (sous volume constant)	par kilogramme.	2818,0
	par équivalent..	693,2
Chaleur de formation des produits		$q_1 = 771,0$
Chaleur de combustion (sous pression constante)		$q = 690,9$
Chaleur de formation de 1éq de l'explosif		$q_0 = 80,1$

» Le résultat trouvé pour le coton-poudre nous a permis de déterminer la chaleur de formation du nitrate d'ammoniaque, en mesurant la chaleur

dégagée par un mélange des deux corps correspondant à une oxydation complète : nous en avons déduit + 89,0 pour la chaleur de formation de $1^{éq}$ de nitrate. Ce chiffre est celui que M. Berthelot a signalé comme résultant de nos expériences, dans son travail sur la chaleur de formation des oxydes de l'azote [1]. Il a trouvé lui-même, d'après ces dernières données, + 87,9; ce qui concorde autant qu'on peut l'espérer. »

CHIMIE. — *Oxycyanures de plomb, de cadmium, de mercure.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré, dans une Note précédente, comment on obtient un cyanure basique de calcium en évaporant dans le vide une solution concentrée de cyanure de calcium. J'ai trouvé la même tendance à la formation des cyanures basiques pour les métaux proprement dits.

» *Oxycyanure de plomb.* — Lorsqu'on précipite une solution d'acétate de plomb par le cyanure de potassium, il se forme un précipité blanc qui n'est pas du cyanure de plomb, comme on l'a dit : c'est un cyanure basique, que les solutions employées soient étendues ou concentrées. Ce composé, séché dans le vide et analysé, a conduit à la formule suivante : 2PbO, PbCy, HO.

	Trouvé.	Calculé.
Pb	85,72	85,89
HO	2,46	2,49
C	2,99	3,31
Az	3,70	3,87
O	5,13	4,44
	100,00	100,00

» Ce composé est insoluble dans l'eau. On a mesuré sa chaleur de formation en le décomposant par l'acide azotique étendu. On a trouvé, vers 19°, en supposant la réaction,

$$2\,PbOPbCy, HO + 3\,AzO^5 \text{ étendu} = 3\,PbO, AzO^5 \text{ dissous} + HCy \text{ dissous dégage} + 18^{Cal},4.$$

On en déduit

$$Pb + Cy + 2\,PbO + HO \text{ solide} = 2\,PbO, PbCy, HO \text{ dégage} \ldots \quad + 8^{Cal},9.$$

» Je n'ai pu enlever à ce corps son eau sans lui faire perdre en même temps de l'acide cyanhydrique.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 5 avril 1880.

» Par l'action de l'acide cyanhydrique sur l'oxyde de plomb, on obtient encore de l'oxycyanure. Les divers procédés indiqués comme donnant du cyanure de plomb ne donnent que de l'oxycyanure.

» *Cyanure de cadmium.* — On indique pour la préparation du cyanure de cadmium divers procédés; les propriétés trouvées diffèrent d'ailleurs suivant le mode de préparation. En réalité, on obtient soit du cyanure de cadmium, soit un oxycyanure. En précipitant une dissolution saturée de sulfate de cadmium par une dissolution concentrée de cyanure de potassium, on obtient un précipité de cyanure de cadmium que l'on doit séparer du sulfate de potasse produit simultanément par un lavage prolongé. Le corps ainsi obtenu est blanc et d'un aspect cristallin. On a trouvé pour sa composition CdCy :

	Trouvé.	Calculé.
Cy.......	31,57	31,70
Cd.......	68,24	68,30
	99,81	100,00

» Ce corps est un peu soluble dans l'eau (17^{gr} par litre). On a dissous ce corps dans l'acide chlorhydrique étendu, et l'on a trouvé vers 21° :

CdCy + HCl étendu = CdCl dissous + HCy dissous..... + $2^{Cal},9$

On en conclut

Cd + Cy gaz = CdCy solide.......................... $+19^{Cal},8$

et

CdO + HCy dissous = CdCy + HO.................. + $7^{Cal},2$

» *Oxycyanure de cadmium.* — En traitant de l'oxyde de cadmium par de l'acide cyanhydrique en proportion équivalente ou en excès, on obtient un cyanure basique qui, séché dans le vide, a présenté la composition suivante : 2CdCy, CdO, 5HO.

	Trouvé.	Calculé.
Cy.......	19,15	19,04
Cd.......	61,42	61,53
HO + O...	19,43	19,43
	100,00	100,00

» La chaleur de formation de ce corps a été trouvée en le décomposant par l'acide sulfurique étendu :

2CdCy, CdO, 5HO + $3SO^3$ étendu = 3CdO, SO^3 dissous + 2HCy dégagé + $6^{Cal},3$ vers 18°.

» De ce nombre et de la chaleur de transformation du cyanure de cadmium, on conclut

2CdCy + CdO + 5HO (solide) = 2CdCy, CdO, 5HO.... + $11^{Cal},4$

» Ces nombres permettent de calculer les chaleurs dégagées dans les réactions suivantes :

3CdO + 3HCy dissous = 3CdCy + 3HO.	+ $21^{Cal},6$
3CdO + 3HCy dissous = 3CdCy, CdO, 5HO + HCy dissous...	+ 27,6

» Cela explique la formation de l'oxycyanure, au lieu du cyanure, par l'action de l'acide cyanhydrique sur l'oxyde de cadmium. C'est le corps répondant au dégagement de chaleur maximum qui se produit.

» *Oxycyanures de mercure.* — La chaleur de formation du cyanure de mercure ayant été déterminée par M. Berthelot, j'ai déterminé la chaleur de formation du cyanure basique HgCy, HgO et d'un autre 3HgCy, HgO que j'ai réussi à préparer.

» *Oxycyanure de mercure,* HgCy, HgO. — Ce composé est déjà connu. Je l'ai obtenu en chauffant une dissolution concentrée de cyanure de mercure en présence d'un excès de mercure. On filtre et, par refroidissement, la liqueur dépose de fines aiguilles répondant à la composition HgCy, HgO.

	Trouvé.	Calculé.
Hg........	85,95	85,48
C..........	5,26	5,13
Az........	5,81	5,98
O.........	2,78	3,41
	100,00	100,00

» Ce corps chauffé fait explosion vers 175°; aussi est-il nécessaire de le mélanger avec une longue colonne d'oxyde de cuivre et de le chauffer avec précaution pour l'analyser.

» On a trouvé pour chaleur de dissolution de ce corps dans l'acide chlorhydrique, étendu vers 19°, + $9^{Cal},8$.

» Connaissant la chaleur de formation du cyanure de mercure trouvée par M. Berthelot, égale à 11,7,

HgO solide + HgCy solide = HgO, HgCy solide...... + $1^{Cal},2$

» *Oxycyanure de mercure,* 3HgCy, HgO. — Ce composé a été obtenu en chauffant 5 parties de cyanure de mercure et de 2 d'oxycyanure HgCy, HgO en présence d'une quantité d'eau suffisante pour dissoudre à froid tout le

cyanure de mercure employé. Par refroidissement, la liqueur dépose une masse cristalline qui a la composition suivante : 3HgCy, HgO.

	Trouvé.	Calculé.
Hg........	82,35	82,31
C..........	7,21	7,41
Az........	8,50	8,64
O.........	1,94	1,64
	100,00	100,00

» Ce corps est, comme le précédent, doué de propriétés explosives; aussi doit-on prendre pour l'analyser les mêmes précautions.

» Ce composé, en se dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu, dégage peu de chaleur, $+ 0^{Cal},1$ vers 20°.

» On en déduit :

3HgCy solide + HgO solide = 3HgCy, HgO solide... $+ 4^{Cal},9$ [1]. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion de l'heptane et de l'hexahydrotoluène*. Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« I. L'heptane que j'ai étudié a été extrait d'un pétrole d'Amérique, soigneusement purifié et analysé par M. le professeur Beilstein; son point d'ébullition était à 98°,5-99°,5. Cette substance est extrêmement volatile et il est très difficile d'éviter, lors de sa combustion, que quelques traces de ses vapeurs ne soient entraînées par le courant d'oxygène jusque dans les appareils d'absorption et ne viennent vicier les résultats des expériences.

» C'est à cette circonstance que je crois devoir attribuer une particularité qui ne s'était encore jamais présentée dans mes recherches sur les chaleurs de combustion : c'est que les quantités de substance calculées d'après l'augmentation de poids des appareils absorbant CO^2, comme ayant été brûlées durant l'expérience, ont toujours été un peu supérieures à celles tirées de la perte de poids de la lampe dans laquelle la combustion se faisait. Les expériences que je cite ont du reste été exécutées de manière que cette différence ne dépassât pas $\frac{1}{2}$ pour 100. En dehors de cette particularité, la combustion de l'heptane est très facile à exécuter; elle est

[1] Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

à peu près complète, et c'est à peine si $0^{gr},02$ ou $0^{gr},03$ de CO^2 se retrouvent après la combustion complémentaire.

» J'ai trouvé pour

$$C^7H^{16} \text{ liquide} + 22O \text{ gazeux} = 7CO^2 \text{ gazeux} + 8H^2O \text{ liquide},$$

	1138680^{cal}
	1137320
	1141070
	1132740
Moyenne....	1137450

» M. Berthelot a trouvé pour les chaleurs de combustion des homologues inférieurs de l'heptane (à pression égale) les nombres suivants :

Hydrure d'éthylène..........	388800^{cal}
Hydrure de propylène	553500
Différence pour CH^2....	164700

» La chaleur de combustion de l'heptane, pour être rendue comparable, devrait être au plus de 6000^{cal} à 8000^{cal}.

» La différence entre le nombre 1145000^{cal} ainsi obtenu pour l'heptane gazeux donne 148000^{cal} pour CH^2; c'est-à-dire que la chaleur de combustion correspondante diminue à mesure que l'équivalent s'élève, conformément à une relation déjà observée.

» II. L'*hexahydrotoluène* que j'ai étudié m'a été également donné par M. Beilstein, qui l'a retiré des pétroles de Bakou (Caucase), soigneusement purifié et analysé. Son point d'ébullition était à 101°-102°. J'ai obtenu pour C^7H^{14} liquide $+ 21O$ gaz $= 7CO^2$ gaz $+ 7H^2O$ liquide :

	1097460
	1092590
Moyenne....	1095030

» Le nombre calculé d'après la différence entre les chaleurs de combustion du propylène (507300^{cal}) et de l'éthylène (341400^{cal}) données par M. Berthelot étant 166000^{cal} pour CH^2, on a encore pour le nouveau carbure supposé gazeux 149000^{cal} : ce qui concorde avec l'évaluation précédente.

» En comparant les chaleurs de combustion de l'heptane C^7H^{16} et de

l'hexahydrotoluène C^7H^{14}, on trouve une différence de 42420^{cal}. La différence entre celles de l'hydrure de propylène et du propylène est de 46200^{cal}, et entre l'hydrure d'éthylène et l'éthylène 47400^{cal}. Toutes ces différences, correspondant à 2H en moins, sont fort voisines entre elles.

» Elles sont toutes inférieures à la chaleur dégagée dans la combustion de 2H; par conséquent, on trouve qu'il y a un dégagement de chaleur dans la fixation de 2H sur les hydrocarbures non saturés de la série C^nH^{2n}. Ce dégagement serait de 26580^{cal} dans le cas de l'hexahydrotoluène, de 22800^{cal} dans le cas du propylène, et de 21600^{cal} dans le cas de l'éthylène. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Industrie de la magnésie*. Troisième Note de M. Th. Schlœsing.

« Les eaux mères des marais salants sont une source de magnésie limitée et en possession exclusive des propriétaires des salines; il m'a paru désirable de pouvoir extraire cette substance des eaux de la mer, qui en sont un réservoir inépuisable.

» La magnésie peut être précipitée de l'eau de mer par la chaux, comme de toute autre dissolution plus concentrée. Après précipitation et repos d'un jour, 1^{mc} d'eau marine donne un précipité de magnésie gélatineuse occupant un volume d'environ 80^{lit}. Le traitement d'un cube d'eau considérable dont la magnésie se déposerait dans de vastes bassins serait une opération industrielle parfaitement réalisable, dont l'achat de la chaux serait la plus forte dépense. Après décantation des eaux limpides, on se trouverait en présence d'une boue blanche contenant, pour 40^{lit}, 1^{kg} de magnésie que des appareils de filtration ne pourraient séparer; comment donc en tirer parti? Toute difficulté devait être levée si j'arrivais à convertir la magnésie de cette boue en un composé insoluble, pulvérulent et filtrable, et d'ailleurs directement applicable à la précipitation de l'ammoniaque des vidanges. Le phosphate de magnésie tribasique réalise très heureusement ces diverses conditions.

» Si je mêle à ma boue magnésienne une quantité calculée d'acide phosphorique en dissolution étendue, j'obtiens aussitôt un précipité de phosphate tribasique qui se tasse par le repos, se laisse filtrer sur toile ou dans le filtre-presse et précipite, en quelques minutes, l'ammoniaque à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Cette dernière propriété résulte de l'état de combinaison dans lequel se trouve toujours l'ammoniaque des vidanges;

elle y est combinée à divers acides, fixes ou volatils, qui, en présence du phosphate tribasique, lui emprunte l'un de ses trois équivalents de magnésie pour lui céder en retour leur ammoniaque, d'où résulte un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Ainsi, pour préparer un produit capable de précipiter rapidement et à froid l'ammoniaque des vidanges et de fournir un puissant engrais, il faut simplement :

» Puiser de l'eau de mer, la traiter par la chaux, laisser reposer vingt-quatre heures, décanter les eaux claires qui retourneront à la mer, mélanger la boue déposée avec une dissolution d'acide phosphorique, laisser déposer de nouveau pour recueillir le précipité.

» Un établissement placé sur notre littoral Ouest ou Nord serait obligé de passer le précipité au filtre-presse ; mais, dans notre Midi, il suffira de le jeter sur la terre nue et de laisser agir le Soleil.

» Cette nouvelle branche de l'industrie de la magnésie exigera que l'extraction de l'acide phosphorique des phosphates minéraux soit pratiquée dans l'établissement même où l'eau de mer sera traitée. Je ne vois pas d'inconvénient à exempter ainsi les usines qui traitent les vidanges du soin de préparer l'acide phosphorique : j'y trouve, au contraire, un très grand avantage, celui de permettre l'exploitation des déjections humaines dans les villes de médiocre importance, où le procédé par distillation ne peut guère s'établir, grevé qu'il est par l'installation d'appareils d'autant plus coûteux qu'ils produisent moins.

» Le phosphate tribasique de magnésie préparé par l'eau de mer n'est pas pur. La boue magnésienne contient les $\frac{8}{100}$ des sels calcaires solubles par lesquels on a remplacé ceux de magnésie dans l'eau de mer; une partie de ces sels calcaires forme du phosphate de chaux tribasique ; en outre, l'acide phosphorique employé contient de l'alumine et de l'oxyde de fer; le produit obtenu est donc un mélange de phosphates de magnésie, de chaux, d'alumine et de fer; mais le premier en constitue au moins les $\frac{4}{5}$, et l'on conviendra que l'usage auquel il est destiné l'exempte de la condition de pureté imposée à d'autres produits.

» Parmi les conceptions industrielles qui s'ajoutent chaque jour aux listes de brevets, il en est qui exigent un long apprentissage avant de passer dans la pratique, soit qu'elles mettent en œuvre des appareils nouveaux, soit que les opérations rencontrent des difficultés imprévues quand elles s'étendent à de grandes masses. Telle était la conception de la fabrication de la soude à l'ammoniaque, quand un membre éminent de l'Aca-

démie, M. E. Rolland, et moi, en avons réalisé la première application en France. D'autres, au contraire, échappant aux périlleuses questions des appareils, des vases et des masses, sont à coup sûr applicables en grand, quand les projets d'installation ont été étudiés dans toutes leurs parties; tel est le cas de la fabrication du phosphate de magnésie par l'eau de mer. Je puis donc, sans trop de témérité, envisager un instant sa destinée probable. Il me semble qu'elle est appelée à transformer l'industrie des superphosphates; je veux dire que le traitement des phosphates naturels par l'acide sulfurique, au lieu de s'arrêter à mi-chemin pour livrer des produits de valeur variable et quelque peu incertaine, devra pousser jusqu'au bout la réaction de l'acide sulfurique et faire de l'acide phosphorique libre, qui sera ensuite combiné à la magnésie, puis à l'ammoniaque, pour arriver à un produit à peu près constant par sa composition et sa valeur commerciale; il est possible encore que la nouvelle industrie, évidemment mieux placée sur notre littoral méditerranéen que sur d'autres rivages baignés par les mers septentrionales, affranchisse notre agriculture du tribut qu'elle paye aujourd'hui à l'Angleterre en lui achetant la majeure partie des superphosphates qu'elle consomme.

» En résumé, les eaux mères des marais salants et toute dissolution de sels magnésiens qui n'est pas trop étendue se prêtent à la fabrication de l'hydrate de magnésie, que l'on peut faire servir ensuite soit à précipiter l'ammoniaque de ses dissolutions, soit à tout autre usage, tel, par exemple, que la confection des briques réclamées par la métallurgie. L'eau de mer, de son côté, peut servir à la production économique de phosphate de magnésie tribasique, immédiatement applicable à la précipitation de l'ammoniaque à froid. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide salicylique dans les substances alimentaires, au moyen de la colorimétrie.* Note de MM. H. Pellet et J. de Grobert.

« Il a été reconnu que les procédés de dosage de l'acide salicylique, fondés sur le titrage acidimétrique du résidu fourni par l'évaporation de l'éther ayant servi au traitement des liquides salicylés, donnent des résultats exagérés, par suite de la solubilité, dans ce réactif, de divers acides Nous avons reconnu, de plus, qu'en substituant la benzine à l'éther, on avait des pertes plus ou moins considérables d'acide salicylique volatilisé, pen-

dant les évaporations successives d'eau et de benzine. Ces pertes peuvent atteindre 89 pour 100 de l'acide ajouté.

» La méthode de dosage par la colorimétrie, déjà appliquée dans ce but par M. Rémont, nous a paru donner des résultats très exacts; mais notre procédé diffère en plusieurs points, et nous croyons devoir le soumettre à l'Académie.

» 1° On prépare une série de huit tubes à essai, de $0^m,20$ à $0^m,22$ de hauteur, et de $0^m,015$ à $0^m,018$ de diamètre, dans lesquels on met successivement 1^{cc}; $0^{cc},75$; $0^{cc},5$; $0^{cc},4$; $0^{cc},3$; $0^{cc},2$; $0^{cc},1$; $0^{cc},05$ d'une solution d'acide salicylique à 1^{gr} par litre.

» 2° On complète le volume de 10^{cc} avec de l'eau distillée.

» 3° On ajoute trois gouttes de perchlorure de fer très étendu (1005 à 1010 de densité) pour le premier tube; deux gouttes pour le deuxième et le troisième; pour les autres, une goutte suffit. Pour le dernier même, on n'a qu'à toucher légèrement la paroi intérieure du tube avec l'extrémité de la pipette effilée contenant le perchlorure de fer. *Un excès de sel de fer modifie considérablement la teinte produite.*

» 4° On prend ensuite 100^{cc} de vin, par exemple, auxquels on ajoute 100^{cc} d'éther et cinq gouttes d'acide sulfurique à 30° B. pour déplacer l'acide salicylique de ses combinaisons, malgré l'acidité. Agiter, laisser reposer, décanter l'éther surnageant soit avec une pipette, soit à l'aide d'un petit appareil à poire en caoutchouc, ce qui évite l'absorption de vapeurs d'éther. Si la séparation des deux couches n'est pas nette, ajouter un peu d'alcool. On renouvelle ainsi encore deux fois l'opération du traitement.

» 5° L'éther décanté est distillé rapidement au bain-marie.

» 6° Le résidu est transvasé dans une capsule de porcelaine de $0^m,06$ à $0^m,08$ de diamètre. On lave le ballon avec quelques centimètres cubes d'éther, et l'on met le tout quelques instants au-dessus d'une étuve (35° à 50°) pour chasser la plus grande partie de l'éther.

» 7° Ajouter au maximum $1^{cc},5$ d'une solution de soude caustique dont $10^{cc} = 0^{gr},4\,NaO$. Cette quantité est capable de saturer environ $0^{gr},2$ d'acide salicylique, soit 2^{gr} par litre de la substance à analyser, quantité qui n'est pas utilisée ordinairement. Si le résidu, malgré cette addition de soude, est encore acide, c'est surtout à l'acide acétique qu'est due cette acidité. Par l'évaporation à sec, au bain-marie, cet excès d'acide est éliminé et l'acide salicylique est retenu à l'état de salicylate, car l'acide salicylique déplace l'acide acétique de ses combinaisons.

» D'un autre côté, il est inutile de saturer une plus grande quantité

d'acide acétique qui, du reste, ultérieurement, nuirait à la netteté de la coloration violette.

» Il est bien entendu que, si l'acidité du résidu est faible, on ne met que deux, trois ou quatre gouttes de soude caustique.

» 8° Le résidu de cette deuxième évaporation à sec est additionné de cinq gouttes d'acide sulfurique à 30° B; puis on verse 20^{cc} de benzine.

» 9° On fait passer le tout dans un tube à essai : on agite et on filtre la benzine.

» 10° Prendre 10^{cc} de benzine filtrée et les placer dans un tube à essai, de même dimension que ceux qui renferment les colorations types.

» 11° Ajouter 10^{cc} d'eau distillée et une ou deux gouttes de perchlorure étendu; agiter à plusieurs reprises. Tout l'acide salicylique, s'il y en a, passe dans la partie inférieure du liquide et y détermine la coloration violette.

» On compare la teinte obtenue avec l'un des tubes témoins : si elle est exactement celle de l'un des tubes, le calcul est simple.

» *Exemple.* — Admettons que la coloration corresponde au tube 4 dont $10^{cc} = 0^{gr},0004$ d'acide salicylique. On a donc également $0^{gr},0004$ d'acide salicylique dans les 10^{cc} de liquide provenant des 10^{cc} de benzine, soit $0^{gr},0008$ pour les 20^{cc} de benzine ou pour 100 de vin. Par litre, on aurait donc $0^{gr},008$ d'acide salicylique.

» Si la coloration est intermédiaire entre le 1 et le 2, par exemple, on étend d'eau distillée jusqu'à ce que l'on obtienne exactement la coloration du 2 : on note le volume ajouté; le calcul est encore très simple.

» En ajoutant des quantités diverses d'acide salicylique à des vins, nous avons reconnu qu'en moyenne on ne retrouvait que 93 pour 100, par suite de pertes inévitables. Le résultat doit donc être divisé par 0,93. Pour éviter cette opération, on n'a qu'à remplacer la solution normale d'acide salicylique à 1^{gr} par une autre à $0^{gr},93$, ce qui tiendra compte des pertes.

» Sur deux échantillons de vin acidifiés par l'acide acétique et salicylés à des doses diverses et inconnues de nous, nous avons trouvé, par litre :

	Acide salicylique	
	retrouvé.	ajouté.
I.	0,085	0,084
II.	0,123	0,126

» On ne peut être plus exact.

» Le dernier tube coloré de notre série permet de reconnaître et de doser

$0^{gr},005$ par kilogramme de matière, ou $\frac{5}{1000000}$, avec une exactitude suffisante. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la matière sucrée contenue dans la graine du* Soja hispida (*Münch*). Note de M. A. **Levallois**.

« Cette Note a pour but d'ajouter quelques faits à l'histoire de la matière sucrée dont j'ai signalé la présence, en grande quantité, dans la graine du *Soja hispida* (1).

» Cette substance, que je n'ai pu encore obtenir à l'état cristallisé, est douée d'une saveur légèrement sucrée; précipitée de sa solution alcoolique par l'éther, puis desséchée à 100° dans le vide, elle fournit une masse spongieuse très déliquescente. Elle ne réduit pas la liqueur cupropotassique, mais, traitée à chaud par les acides minéraux très dilués, elle se transforme, au bout de quelques instants, en glucose réducteur; l'action de l'acide acétique est beaucoup plus lente. Elle a un pouvoir rotatoire dextrogyre d'environ 115°; par l'inversion, ce pouvoir rotatoire s'affaiblit notablement, sans changer de signe, et se rapproche de 35°.

» Cette matière sucrée fermente très rapidement et intégralement sous l'influence de la levûre de bière; le ferment inversif de la levûre la transforme en glucose : cette action est donc analogue à celle qui se produit avec le sucre de canne. Chauffée avec de l'acide azotique, elle fournit de l'acide mucique et de l'acide oxalique.

» Cette substance paraît donc être une matière sucrée distincte : elle présente de l'analogie avec le sucre de canne, par quelques-unes de ses propriétés, mais elle s'en écarte par la production d'acide mucique, ce qui la rapproche du mélitose.

» Je continue l'étude de cette substance et de ses dérivés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la transmission de la tuberculose. Infection par les jus de viandes chauffés.* Note de M. H. **Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Le 29 mars 1880, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats que m'ont donnés des recherches sur la tuberculose. Il s'agissait, dans cette Note, de huit porcs, infectés soit par ingestion de pou-

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1293.

mon tuberculeux de vache, soit par l'inoculation du sang d'un jeune porc, issu d'une mère tuberculeuse, qu'il avait tetée et qui était morte de cette maladie.

» Dans la séance du 28 juin 1880, M. Bouley a bien voulu présenter de ma part un flacon renfermant des fragments de poumon, de foie, de rate, de centre phrénique, de diaphragme, de ganglions, présentant des lésions très avancées, obtenus sur un porc de cinq mois, après l'injection sous-cutanée de 2^{cc} de jus de muscle de vache tuberculeuse, exprimée avec la presse du commerce.

» Depuis cette époque, j'ai étudié la tuberculose dans ses différents modes d'infection, et je puis dire, après un grand nombre d'expériences faites sur des porcs, des lapins et des chats, qu'*aucune maladie contagieuse ne possède une plus grande virulence*. L'inoculation au lapin donne des résultats aussi certains que le charbon; il en est de même des autres espèces employées aux expériences.

» Dans la tuberculose, tous les liquides de l'économie, le mucus nasal, la salive, la sérosité des tissus, l'urine, sont virulents et peuvent donner la maladie. Quant au virus lui-même, dont je ferai connaître la nature dans une prochaine Note, il résiste et conserve son action à la température qui *tue la bactéridie du charbon*.

» Si, dans l'espèce humaine, la tuberculose paraît moins virulente, c'est que souvent elle s'y montre avec une forme chronique lente, qui peut durer des années et même guérir quelquefois; elle n'en est pas moins redoutable, et les médecins savent que l'on pourrait compter les faits de guérison de cette maladie. La contagion est aussi très difficile à constater, en raison de l'apparition tardive des phénomènes.

» Voici les expériences qui démontrent la *résistance du virus, et le danger de l'emploi de la viande et des débris des animaux tuberculeux*.

» 1° J'ai extrait, avec une presse, d'un poumon de vache tuberculeuse, présentant un œdème du lobe antérieur, une assez grande quantité de jus, peu chargé de virus, presque transparent. $1^{cc},5$ de ce liquide a été injecté sous la peau de la partie inférieure de l'oreille d'un *jeune porc* et dix gouttes à *deux lapins*.

» Puis j'ai injecté les mêmes quantités de ce liquide, porté dans un bain-marie à 55°-58° pendant dix minutes, à *quatre porcs* et à *quatre lapins*, dans la même région.

» Ces animaux, placés dans des loges différentes, ont été mis en observation. J'ai constaté très facilement le développement et la marche ordinaire de la maladie : tubercule local, et engorgement dur du ganglion parotidien.

» L'infection générale est arrivée très vite chez tous ces animaux; chose assez curieuse, les lapins qui avaient reçu le liquide chauffé moururent avant les autres.

» L'un des porcs fut tué deux mois après l'injection : l'autopsie montra un tubercule local caséeux, un ganglion parotidien énorme, renfermant déjà des points crétacés. Dans le poumon, grande quantité de granulations grises ; tubercules dans la rate et le foie.

» Après le troisième mois, un second porc fut tué en même temps que le témoin qui avait reçu du jus non chauffé. La différence entre les lésions des deux porcs était très faible ; il y avait cependant un état plus avancé chez le dernier.

» Les tubercules pulmonaires des porcs ayant reçu le jus chauffé furent ensuite inoculés à des lapins qui devinrent tuberculeux. Deux de ces lapins tués après trois mois ont montré de nombreuses lésions dans le poumon, la rate, les reins et les séreuses.

» Deux des porcs inoculés avec le jus chauffé sont encore vivants après cinq mois ; l'un d'eux cependant est près de sa fin.

» Des quatre lapins inoculés avec le liquide chauffé, l'un est mort accidentellement après trente-cinq jours ; le ganglion parotidien était caséeux, mais l'infection générale n'existait pas encore. Les autres lapins sont morts avec tuberculose généralisée, du cent soixante-quatrième au cent soixante-dixième jour ; l'un d'eux même présentait des lésions osseuses extrêmement développées aux membres antérieurs ; les articulations de l'épaule et du bras renfermaient un pus caséeux, les surfaces articulaires et même une partie des dioplyses étaient complètement détruites.

» Quant aux lapins témoins inoculés avec le jus non chauffé, l'un fut tué quarante-trois jours après l'inoculation. Il présentait des tubercules gris nombreux dans le poumon et le foie. Le second, une lapine vit encore ; depuis son inoculation elle a fait trois portées ; dans la première, les petits sont morts le lendemain de leur naissance ; la deuxième comprenait cinq petits qui sont conservés, ainsi que ceux de la dernière portée, pour l'étude de l'hérédité. Comme la mère a en ce moment une tuberculose très avancée, il sera intéressant de constater les états successifs par lesquels passeront les petits.

» 2° *Des tranches de muscles de la cuisse d'une truie tuberculeuse sont placées sur un réchaud et exposées à la chaleur du gaz,* on les cuit à peu près comme les biftecks qui donnent le jus rouge. On exprime ensuite ces tranches sous la presse et le liquide qui en est obtenu est inoculé à deux lapins ; deux autres recoivent du jus de muscle non chauffé. *Ces derniers sont morts en cent vingt jours, presque en même temps, avec une pneumonie caséeuse et des tubercules dans tous les tissus.*

» Des deux lapins qui avaient recu le jus chauffé, l'un fut tué le cinquante-sixième jour après l'inoculation, et l'on constata des lésions locales et ganglionnaires, des granulations grises dans le poumon, l'épiploon et la rate ; l'autre est encore vivant, mais il maigrit et s'étiole : il mourra avant peu.

» Ces faits sont significatifs ; ils démontrent avec évidence le danger des viandes crues et du jus de muscle à peine chauffé que l'on donne aux enfants et aux personnes débiles. L'infection se fait aussi facilement par l'ingestion que par l'inoculation. Il est même plus vrai de dire que la maladie inoculée par l'appareil digestif marche avec une plus grande rapidité, car tous les ganglions intestinaux peuvent être attaqués en même temps,

ce qui implique que les points d'inoculation sont plus nombreux que dans la piqûre simple à la peau.

» C'est généralement la viande du bœuf et de la vache qui est employée à faire le jus de viande; or beaucoup de ces animaux sont tuberculeux, et, lorsqu'on rencontre dans le poumon des granulations grises, on peut affirmer que l'infection est complète. Cependant, dans les abattoirs, on ne refuse guère que les animaux dont le poumon est entièrement malade. J'ai vu, plusieurs fois, des poumons renfermant jusqu'à 35^{kg} et même 40^{kg} de matière tuberculeuse provenant de vaches dont la viande avait été mise en vente. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les injections de virus rabique dans le torrent circulatoire ne provoquent pas l'éclosion de la rage et semblent conférer l'immunité. La rage peut être transmise par l'ingestion de la matière rabique.* Note de M. V. **Galtier**, présentée par M. Bouley.

« Depuis que j'ai entrepris des recherches sur la rage, j'ai eu l'occasion d'injecter un certain nombre de fois le virus rabique dans la veine jugulaire du mouton, et je n'ai jamais vu apparaître la maladie. Bien plus, les divers sujets qui ont été inoculés de la sorte, une première fois, ayant été dans la suite utilisés pour d'autres expériences, et ayant été inoculés avec le même virus, mais par d'autres procédés, n'ont pas davantage contracté la rage. Voici, à ce sujet, les principaux faits que je trouve consignés dans mon registre d'expériences :

» 1° Le 4 mai 1879, inoculation de deux moutons dont l'un reçoit le virus *dans la jugulaire* et l'autre dans le tissu conjonctif sous-cutané; ce dernier devient enragé le 10 juin et meurt deux jours après; l'autre résiste, il est inoculé de nouveau de la rage par un procédé différent, le 9 octobre et le 23 décembre, mais il ne devient pas enragé et il est utilisé pour d'autres recherches le 11 mars 1880.

» 2° Le 9 octobre 1879, trois moutons sont inoculés avec du virus rabique, *deux par piqûres* et scarifications et un par *injection intra-veineuse;* les deux premiers meurent de la rage le 26 octobre et le 7 novembre; l'autre vit encore le 26 mars 1880; il est réinoculé par piqûres et scarifications à cette date et le 8 juillet; il est sacrifié le 19 décembre 1880 sans avoir contracté la rage.

» 3° Le 19 décembre 1879, deux moutons reçoivent de la salive rabique : l'un par injection hypodermique et l'autre *par injection intra-veineuse ;* le premier succombe à la rage le 24 janvier 1880; l'autre, bien portant le 24 février, est depuis ce moment réinoculé

de la rage à trois reprises différentes par d'autres procédés; le 9 décembre 1880, deux mois après la dernière inoculation, il est employé pour d'autres recherches.

» 4° Le 31 décembre 1879, inoculation de deux lapins par piqûres et de *deux moutons par injection intra-veineuse*. Mort des deux lapins (rage) le 17 et le 22 janvier 1880. Réinoculation par scarifications des deux moutons le 20 mars, le 14 mai et le 18 juillet 1880; état de santé parfait de ces deux sujets le 9 décembre 1880.

» 5° Le 19 avril 1880, inoculation de deux lapins par piqûres et d'un *mouton par injection intra-veineuse*; mort des deux lapins (rage), le 30 avril et le 9 mai; réinoculation du mouton par piqûres et injection hypodermique le 24 juin et le 17 octobre; utilisation du sujet pour d'autres recherches à la date du 25 janvier 1881.

» 6° Le 3 février 1881, deux moutons reçoivent du virus rabique : l'un en injection hypodermique, l'autre en injection *intra-veineuse;* le premier meurt de la rage le 2 mars; l'autre résiste; il est réinoculé par piqûres et scarifications le 13 et le 27 mars, et il se porte bien à la date du 28 juillet.

» 7° Le 13 mars 1881, inoculation d'une chèvre et de trois moutons : l'un des moutons est inoculé par piqûres et meurt de la rage le 22 avril; les *deux autres moutons et la chèvre* sont inoculés par injection intra-veineuse le 13 mars, puis réinoculés par scarifications le 27 mars; ils se portent bien le 28 juillet et seront réinoculés encore.

» 8° Le 19 février 1881, cinq lapins reçoivent en boisson un mélange d'eau et de salive rabique très riche en virus; trois résistent et deux meurent de la rage le 2 mars et le 9 mars. »

» Les conclusions qui se dégagent de ces faits sont les suivantes :

» 1° Les injections de virus rabique dans les veines du mouton ne font pas apparaître la rage et semblent conférer l'immunité.

» 2° La rage peut être transmise par l'injection de la matière rabique; et, bien que le lieu où se fait l'inoculation en pareil cas n'ait pas encore été déterminé, il n'en est pas moins démontré qu'il y a danger de contracter la maladie pour toute personne et pour tout animal qui, en quelque circonstance que ce soit, vient à introduire du virus rabique dans les voies digestives.

» J'entreprends la vérification de la donnée de l'immunité par l'injection intra-veineuse, en expérimentant *sur le chien*, et je suis en voie de m'assurer si l'injection intra-veineuse du virus, *pratiquée le lendemain ou le surlendemain d'une morsure ou d'une inoculation rabique, peut encore préserver de la rage.* »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'héméralopie et les fonctions du pourpre visuel.* Note de M. **Parinaud**, présentée par M. Vulpian.

« Une Note de MM. Macé et Nicati, du 13 juin, m'oblige à préciser l'explication que j'ai donnée de l'héméralopie.

» Cette affection est essentiellement caractérisée par un affaiblissement considérable de la sensibilité pour la lumière. Chez un malade, je l'ai trouvée, à certains moments, inférieure à $\frac{1}{300}$. Cette anesthésie est d'une nature particulière, car elle existe dans d'autres affections avec des caractères différents, sans donner lieu à la cécité nocturne. Il s'agit dans ce cas de lésions des éléments nerveux. Si l'on considère que les affections oculaires produisant l'héméralopie intéressent, au contraire, la couche pigmentaire, organe de sécrétion du pourpre, on est conduit à penser qu'elles altèrent la sensibilité à la lumière en modifiant cette substance. Le pourpre sert manifestement d'intermédiaire à l'excitation lumineuse. La sensibilité à la lumière peut donc être modifiée de deux manières : par lésion des éléments excitables et par altération de la substance excitante. Ce dernier processus est celui de l'héméralopie. Ainsi expliquée, la torpeur rétinienne échappe aux objections formulées contre la théorie de Förster et donne la raison des particularités suivantes : l'anesthésie oculaire se développe le soir, parce que le pourpre altéré ne réagit plus sous les faibles intensités de lumière diffuse. Une lumière trop vive développe la cécité nocturne ou l'exagère, parce qu'elle détruit le pourpre. L'héméralopie essentielle s'accompagne parfois d'un trouble léger des membranes profondes de l'œil, parce qu'elle relève d'une lésion de la couche pigmentaire. Enfin la vision centrale, par un contraste remarquable, conserve son acuité sans même qu'il soit nécessaire d'un éclairage plus fort que dans l'état normal (Reymond de Turin), parce que *le pourpre n'imbibe que les bâtonnets* (Kühne) et que la *macula*, qui ne renferme que des cônes, ne saurait être directement intéressée par l'altération de cette substance.

» Certaines affections fournissent d'ailleurs la contre-épreuve de ce que l'on observe dans l'héméralopie. Dans l'amblyopie alcoolique, par exemple, on peut observer une altération profonde de la vision centrale, au double point de vue de la perception des formes et des couleurs, alors que la sensibilité pour la lumière est normale.

» Ces faits pathologiques tendent à établir qu'il y a deux espèces de sensibilité oculaire pour la lumière. La première nous donne une sensation

lumineuse diffuse, indépendante de toute perception de couleur et de forme. C'est la sensation de *clarté*. Elle est l'attribut des bâtonnets impressionnés par le pourpre.

» La seconde, qui est celle des cônes, nous donne les sensations lumineuses définies qui concourent à la perception des objets, laquelle repose essentiellement sur la propriété de ces éléments de recevoir des impressions lumineuses géométriquement distinctes et de transmettre au sensorium des différences très délicates d'intensité lumineuse et chromatique.

» Ces deux espèces de sensibilité se distinguent d'ailleurs, dans le champ visuel, par une délimitation différente qui correspond précisément à la disposition des bâtonnets et des cônes.

» L'indépendance des deux espèces de sensibilité pour la lumière ne doit pas être considérée comme absolue. Elles sont unies par des rapports fonctionnels qu'il est difficile de préciser.

» Le pourpre n'a pas dans la vision l'importance qu'on a été tenté de lui attribuer après la découverte de Boll. Il est en rapport avec un mode d'impression particulier de la lumière sur les bâtonnets qui nous donnent la sensation de clarté. Un des résultats de l'imbibition des éléments nerveux par cette substance serait de les rendre plus sensibles aux faibles intensités de lumière diffuse. On conçoit que certains animaux dépourvus de pourpre conservent néanmoins une excellente acuité de la vision. Il est probable, toutefois, qu'ils sont plus ou moins héméralopes. Des expériences que j'ai faites sur des poules et des pigeons, dont les yeux n'ont pas de pourpre, ne laissent guère de doute à cet égard. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les applications des moteurs électriques.* Note de M. G. Trouvé, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 7 juillet 1880, un nouveau moteur électrique, fondé sur l'excentricité des joues de la bobine de Siemens. Par des études successives, qui m'ont permis de réduire le poids de tous les organes du moteur, je suis arrivé à lui faire produire un rendement qui me paraît remarquable.

» Un moteur du poids de 5^{kg}, actionné par $6^{él}$ secondaires de Planté, produisant un travail effectif de 7^{kgm} par seconde, fut placé, le 8 avril dernier, sur un tricycle dont le poids, y compris le cavalier et les piles, s'élevait à 160^{kg}, et l'entraîna à la vitesse de 12^{km} à l'heure.

» Le même moteur, placé le 26 mai sur un bateau de $5^{m},50$ de long sur

$1^m,20$ de large, contenant trois personnes, lui a imprimé une vitesse de $2^m,50$ en descendant la Seine au Pont-Royal et $1^m,50$ en remontant le fleuve. Le moteur était actionné par deux batteries de piles au bichromate de potasse, de $6^{él}$ chacune, et le propulseur était une hélice à trois branches.

» Le 26 juin, je renouvelai l'expérience sur l'eau tranquille du lac supérieur du bois de Boulogne, avec une hélice à quatre branches, de $0^m,28$ de diamètre et $12^{él}$ de Bunsen plats, genre Ruhmkorff, chargés avec 1 partie d'acide chlorhydrique, 1 partie d'acide azotique et 2 parties d'eau dans le vase poreux, afin d'atténuer le dégagement des vapeurs hypoazotiques.

» La vitesse, au début, mesurée au moyen d'un loch ordinaire, a atteint très exactement 150^m en quarante-huit secondes, ou un peu plus de 3^m par seconde; mais, au bout de trois heures de fonctionnement, elle était descendue à 150^m en cinquante-cinq secondes. Après cinq heures de marche, la vitesse était encore de $2^m,30$ par seconde; car les 150^m étaient parcourus en soixante-cinq secondes. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

ERRATA.

(Séance du 18 juillet 1881.)

Page 108, dernière ligne, *au lieu de* sa collimation, *lisez* la collimation.
Page 112, ligne 14 en remontant, *au lieu de* anomales, *lisez* anormales.

(Séance du 25 juillet 1881.)

Transporter le deuxième et le troisième alinéa de la page 222 après le deuxième alinéa de la page 223.